

Міністерство освіти і науки України
Одеський національний технологічний університет
Кафедра холодильних установок і кондиціонування повітря



**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ**

на тему: Проект системи холодопостачання для
 овочесховища місткістю 300 т. у м. Роздільна

Здобувача

Савчук В.С.

2 курсу

ЕН-141 групи

Керівник

к.т.н., доц. Яковлева О.Ю.

Консультанти:

д.т.н, проф. Хмельнюк М.Г.

Кваліфікаційна робота допускається до захисту

Рішення кафедри від

01.06.2023р.

протокол № 10

Завідувач кафедри ХУКП

Михайло ХМЕЛЬНЮК

Одеса - 2023 рік

ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет	Низькотемпературної техніки та інженерної механіки
Кафедра	Холодильних установок і кондиціонування повітря
Ступінь вищої освіти	Бакалавр
Спеціальність	142 Енергетичне машинобудування
Освітня програма	Холодильні машини, установки і кондиціонування повітря

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедри д.т.н., проф. Хмельнюк М.Г.

«17» березня 2023 року

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Савчук Владислав Сергійович

1. Тема роботи Проект системи холодопостачання для
овочесховища місткістю 300 т. у м. Роздільна

Затверджена наказом ОНТУ від 26.08.2022 р. наказ № 490-03

2. Термін здачі здобувачем закінченої роботи 01.06.2023 р.

3. Вихідні дані роботи
Овочесховище холодильник місткістю 300 т. Будівля холодильника одноповерхова з
висотою камер 6 м, з сіткою колон 6x12 м. У 3-х камерах передбачається тривале
зберігання капусти з температурним режимом при 0°C, буряка при + 1°C та картоплі
+ 4°C. В якості холодильного агента передбачається R404a. Теплообмінні апарати
фірми Alfa-Laval.

4. Перелік питань, які потрібно розробити
Реферат, Вступ, 1. Техніко-економічне обґрунтування роботи, 3. Об'ємно-
планувальне рішення, 4. Визначення товщини теплоізоляції огорожувальних
конструкцій 5. Розрахунок теплоприпливів через огороження, 6. Тепловий
розрахунок компресорів, 7. Розрахунок повітроохолоджувача,
8. Розрахунок повітряного конденсатора, 9. Розрахунок діаметрів
трубопроводів, 10. Охорона праці, Список використаних джерел

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)
1. План холодильника, 2. Розрізи А-А, Б-Б, 3. Схема розводки трубопроводів,
4. Повітроохолоджувач

6. Консультанти по роботі, із зазначенням розділів роботи, що стосуються їх

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання видав
Охорона праці	д.т.н., проф. Хмельнюк М.Г.	17.05.2023	22.05.2023

7. Дата видачі завдання 17.03.2023 р.

Керівник Яковлева О.Ю.

Завдання прийняв до виконання Савчук В.С.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Реферат	30.05-01.06.2023	
2	Вступ	17.03-20.03.2023	
3	Техніко-економічне обґрунтування роботи	20.04-25.04.2023	
4	Об'ємно-планувальне рішення	26.04-30.04.2023	
5	Визначення товщини теплоізоляції огорожувальних конструкцій	01.05-04.05.2023	
6	Розрахунок теплоприпливів через огороження	05.05-10.05.2023	
7	Тепловий розрахунок компресорів	12.05-15.05.2023	
8	Розрахунок повітроохолоджувача	16.05-17.05.2023	
9	Розрахунок повітряного конденсатора	20.05-23.05.2023	
10	Розрахунок діаметрів трубопроводів	20.05-23.05.2023	
11	Охорона праці	23.05-25.05.2023	
12	Список використаних джерел	17.05-22.05.2023	
13	Підготовка графічної частини кваліфікаційної роботи	27.05-01.06.2023	

Здобувач-дипломник Савчук В.С.

Керівник роботи Яковлева О.Ю.

Несу відповідальність за ідентичність електронного та друкованого варіантів кваліфікаційної роботи, даю згоду на обробку персональних даних та не заперечую проти розміщення кваліфікаційної роботи на офіційних web-ресурсах ОНТУ.

Підтверджую, що в кваліфікаційній роботі відсутні порушення норм академічної доброчесності.

Здобувач-дипломник Савчук Владислав Сергійович

Зміст

Реферат	5
Вступ	6
1. Техніко-економічне обґрунтування роботи.....	8
2. Об'ємно-планувальне рішення.....	26
3. Визначення товщини теплоізоляції огорожувальних конструкцій.....	28
4. Розрахунок теплоприпливів через огороження.....	30
5. Тепловий розрахунок компресорів.....	39
6. Розрахунок повітроохолоджувача.....	41
7. Розрахунок повітряного конденсатора.....	52
8. Розрахунок діаметрів трубопроводів.....	59
9. Охорона праці	60
10. Список використаних джерел	85

					<i>КРБ.ХУКП.1.490-03.2.7</i>			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		<i>Савчук В.С.</i>			<i>Проект системи холодопостачання для овочесховища місткістю 300 т. у м. Роздільна</i>	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		<i>Яковлева О.Ю.</i>					4	85
Реценз.						<i>ОНТУ гр. ЕН-141</i>		
Н. Контр.		<i>Яковлева О.Ю.</i>						
Затверд.								

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота складається з: 85 сторінок друкованого тексту, 10 рисунків, 16 таблиць, 8 посилань на літературні джерела. В кваліфікаційній роботі вирішено задачу розробки системи холодопостачання для овочесховища місткістю 300 т у м. Роздільна.

Будівля холодильника одноповерхова з висотою камер 6 м, з сіткою колон 6x12 м. У 3-х камерах передбачається тривале зберігання капусти з температурним режимом при 0°C, буряка при + 1°C та картоплі + 4°C.

В якості холодильного агента було прийнято R404a. Система холодопостачання спроектованого холодильника - централізована. Для забезпечення стійкої роботи холодильника були підібрані компресорно-конденсаторні агрегати фірми Bitzer, теплообмінні апарати фірми Alfa-Laval.

Ключові слова: система холодопостачання – овочесховище – компресорно-конденсаторний агрегат – R404a.

ABSTRACT

Qualification work consists of: 85 pages of printed text, 10 figures, 16 tables, 8 references to literary sources. In the qualification work, the task of developing a cold supply system for a vegetable storage with a capacity of 300 tons in the city of Rozdilna was solved.

The refrigerator building is one-story with a height of 6 m chambers, with a grid of 6x12 m columns. Long-term storage of cabbage with a temperature regime of 0°C, beetroot at + 1°C, and potatoes at + 4°C is provided for in 3 chambers.

R404a was used as a refrigerant. The cooling system of the designed refrigerator is centralized. To ensure stable operation of the refrigerator, Bitzer compressor-condenser units and Alfa-Laval heat exchangers were selected.

Key words: cold supply system – vegetable storage – compressor-condenser unit – R404a.

						Арк.
						5
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Вступ

Україна в цей час склалась переважно як аграрна країна. Тому сільське господарство й надалі буде однієї з основних галузей економіки України.

Останнім часом спостерігається значний ріст фермерських господарств і загальне виробництво сільськогосподарської продукції. Для того щоб забезпечити споживачів якісною продукцією необхідна наявність певної інфраструктури по зборі, переробці, зберіганню й реалізації плодоовочевої продукції. У цьому ланцюзі найбільш важливим є первинна переробка й холодильне зберігання. Уже не викликає сумніву той факт, що холодильне зберігання більшою мірою забезпечує збереження якості вирощеної продукції.

Холодильне господарство в Україні перебуває у вкрай запущеному стані, тому що більшість холодильних камер працюють не один десяток років, використовується морально й фізично застаріле й сильно зношене встаткування. Це приводить до частих аварій, недотриманню температурно-вологого режиму й в остаточному підсумку до псування значної частини продукції. Крім того, навіть існуючої ємності сховищ недостатні для потреб с/г.

У даний момент накопичений значний досвід по зберіганню плодоовочевої продукції. У результаті широкого розвитку комплексних науково-дослідних робіт у даній області, а так само досягнень в області холодильного машинобудування й розвиток засобів автоматизації, з'явилася можливість проектувати сучасні системи холодильного зберігання. Тому що холодильне зберігання є енергоємним виробництвом, приділяється велика увага енергозберігаючим технологіям і методам підвищення ефективності холодильних систем. При цьому в умовах ринкової економіки економічно вигідно стає саме будівництво нових холодильників ємністю до 300т., використовуваних у якості заготівельних і розподільних з можливістю зберігання різних видів і сортів плодоовочевої продукції. Тому що переустаткування старих камер найчастіше вимагає не менших капіталовкладень і не дозволяє впровадити всі технічні нововведення.

						Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

При зберіганні виділяють кілька періодів: лікувальний післяжнивний, період зниження температури, зимовий (основний), весняний (після початку проростання бульб). Після охолодження картоплі до 2 – 5 °С починається основний (зимовий) період зберігання. Він продовжується до весни, до початку проростання картоплі. Іноді виділяють весняний період зберігання і вважають, що зимовий період триває до картоплі, тобто. до посадки картоплі та до нового врожаю продовольчої картоплі. Значний вплив на збереження картоплі має відносна вологість повітря в насипі бульб. сприятлива вологість коливається не більше 85 – 95 %. Вища вологість повітря призводить до утворення вологи на поверхні бульб при незначному зниженні температур. Це і є причиною виникнення хвороб та збільшення втрат від гнилі. Більш сухе повітря збільшує випаровування води, зменшує тургор і погіршує продовольчі та насінневі якості картоплі.

Оптимальна температура зберігання продовольчої капусти від 0 до -1 °С.

Капуста відрізняється підвищеним виділенням тепла під час зберігання. Після збирання при температурі близько 8 °С інтенсивність виділення тепла вдвічі вища ніж у картоплі. Такої кількості тепла достатньо, щоб підвищити температуру в штабелі капусти на 1 °С на добу. При зберіганні капуста виділяє у повітря значну кількість вологи та відносна вологість повітря у сховищі коливається від 93 до 96 %, а між качанами у штабелі 97 – 98 %. Втрати маси від випаровування порівняно з високою вологістю повітря зростають у 1,5 рази, але втрат від хвороб майже не буває і в сумі вони скорочуються.

Оптимальний режим зберігання столових буряків: температура 0 – (+2) °С, відносна вологість повітря 85 – 95 %. Стандартні коренеплоди закладають шаром 2 – 3 м по всій поверхні підлоги сховища та вентилують. При активному вентилуванні буряки зберігають навалом. При такому способі зберігання коренеплоду значно менше в'януть, у результаті втрати від захворювань (сіра гнилизна) скорочуються. Зберігання буряків шаром 2 – 3 м при активному вентилуванні забезпечує вихід стандартних коренеплодів на початок травня в межах 80 – 90 %, а за контейнерного – 66 – 70 % маси.

						Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1 Техніко-економічне обґрунтування роботи

Пропонується проект овочесховища, розташованого в місті Роздільна.

Виділена площадка для будівництва проектованого об'єкта перебуває в промисловій зоні міста й розміри її дозволяють у перспективі розмістити тут склади продтоварів і промтоварів.

Рельєф площадки вимагає великого обсягу планувальних робіт.

Під'їзна залізнична колія відсутня.

Будівля овочесховища одноповерхова з висотою камер 5.5 м, сітка колон 6 x 12 м. В 3-х камерах з температурним режимом 0-+4°C, передбачається тривале зберігання овочевої продукції. Дане овочесховище повинне забезпечувати населення міста Роздільна й окружні райони капустою, буряком та картоплею.

Обмін речовин з навколишнім середовищем у овочів супроводжується рядом біохімічних і фізіологічних процесів. З них найбільш важливими є дихання і випаровування вологи. В процесі дихання відбувається розпад вуглеводів, органічних кислот і інших органічних речовин, що супроводжується поглинанням кисню, виділенням вуглекислого газу, води і тепло і зменшенням ваги овочів. В результаті звільняється енергія, необхідна рослинним організмам для виконання їх життєвих функцій. Унаслідок поглинання кисню і виділення вуглекислого газу змінюється склад зовнішнього середовища. Інтенсивність дихання різна для різних видів плодів і може служити біологічним показником, вказуючим на придатність їх для тривалого зберігання. Із збільшенням інтенсивності дихання терміни зберігання зменшуються. При підвищенні температури навколишнього середовища дихання овочів посилюється. На посилення активності також сильно впливають і коливання температури при зберіганні, тому підтримка постійної температури в камері, за інших рівних умов, забезпечує мінімальні втрати ваги і якості продукту. Також підтримці постійної температури і вологості повітря в камері сприяє його циркуляція в приміщенні.

									Арк.
									8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

При зберіганні капусти на сучасних холодильниках картонну або дерев'яну тару з плодами укладають на стоїчних палетах в 4-7 ряди у висоту. Потім палети встановлюються одна на іншу, утворюючи штабель.

Штабелі компонуються на площі підлоги камери відповідно до проектного рішення так, щоб залишалися проходи для контролю стану плодів, проїзди для проведення вантажно-розвантажувальних робіт і забезпечувалася циркуляція повітря в камері, відповідно до системи розподілу повітря.

Вид упаковки, характер укладення упаковки на піддоні і самих піддонів в штабель, планування штабелів на вантажній площі камер і їх розмір, тип системи розподілу повітря і умови обслуговування системи, яка охолоджує, є визначальними факторами в рішенні проблеми гарантованого збереження якості продукції.

ВИМОГИ ДО КАПУСТИ, ЗАКЛАДАЮТЬ НА ЗБЕРІГАННЯ

Капусту, які закладаються на зберігання, повинні бути не нижче 2-го товарного сорту згідно з ГОСТ 21122, 1-го товарного сорту згідно з ГОСТ 16270 або згідно з ГОСТ 27572. Капусту, які закладаються на тривале зберігання, повинні відповідати додатковим вимогам, зазначеним в додатку 1.

Стан знімною зрілості при збиранні визначають за сукупністю наступних ознак:

- 1) легкість відділення плода від плодушки;
- 2) забарвлення шкірки плодів;
- 3) ступінь побуріння насіння;
- 4) ступінь гідролізу крохмалю в плодах по йод-крохмальної пробі;
- 5) вік плодів, який визначається від масового цвітіння до збирання і (або) за сумою активних (вище 5 ° C) температур за цей період.

Конкретні значення цих ознак приймають по нормативно-технічній документації, затвердженій в установленому порядку для відповідної зони (району, місця) вирощування.

						Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИМОГИ ДО МІСЦЯ ЗБЕРІГАННЯ

Камера до початку завантаження капусти повинна бути приведена в технічний і санітарний стан, що відповідає вимогам нормативної, проектної, експлуатаційної документації та вимогам цього стандарту, а також атестована в установленому порядку.

Перед завантаженням охолоджуючі батареї, змонтовані на стінах камери, повинні бути екрановані, наприклад, поліетиленовою плівкою по ГОСТ 10354. Верхній край екрана повинен знаходитися на рівні охолоджуючої батареї, а нижній - на відстані 0,5-0,6 м від підлоги. Відстань від екрана до охолоджувальної батареї - від 0,15 до 0,20 м.

Перед завантаженням капустою камера повинна бути охолоджена до температури повітря в ній мінус 1-0 ° С. За температуру повітря в камері приймають середнє арифметичне значення результатів вимірювань не менше ніж в трьох контрольних точках по п.5.2.2 в кожному циклі вимірювань.

УМОВИ СКЛАДУВАННЯ

У кожену камеру завантажують партії капусти одного помологічного сорту згідно з ГОСТ 21122, ГОСТ 16270 або ГОСТ 27572.

Допускається зберігання в одній камері партій капусти різних помологіческих і товарних сортів, які потребують однакових умов і режимів зберігання, що не викликають функціональні захворювання і розлади один одного, однакові за ступенем зрілості і термінів лежкості. Кожна партія капусти повинна бути розміщена окремо.

При завантаженні в одну камеру партій капусти, різняться за термінами зберігання, партії з меншим терміном зберігання розміщують ближче до місця розвантаження.

						Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для завантаження камери капостою, упакованими в ящики, формують пакети на плоских піддонах по ГОСТ 9557, укладаючи їх п'ятерик по 20-25 шт. на кожен піддон.

Довжина виступаючих частин пакета ящиків з кожного боку плоского піддона - не більше 0,04 м.

Пакети ящиків на піддонах, піддони ящиків і спеціальні контейнери встановлюють в камерах штабелями висотою: пакети ящиків - не більше трьох ярусів, піддони ящиків і спеціальні контейнери - не більше восьми ярусів.

Відстань між низом виступаючих конструкцій стелі камери і верхом штабеля має бути не менше 0,3 м, а при наявності змонтованих на стелі повітропроводів, охолоджуючих і (або) опалювальних приладів відстань між нижнім рівнем їх розташування і верхом штабеля - не менше 0,8 м ;

- відстань від стін камери, що не мають змонтованих на них охолоджуючих і (або) опалювальних приладів, до штабелів повинна бути не менше 0,3 м, а при наявності таких приладів відстань між ними і штабелями - не менше 0,8 м;

- відстань між штабелями однієї партії має бути 0,05-0,10 м, а між різними партіями - не менше 0,60 м;

- в камері шириною до 12 м біля однієї зі стін по її довжині слід залишати прохід шириною 0,6-0,7 м, а в камері шириною більше 12 м - центральний проїзд шириною 2-3 м.

Тривалість повного завантаження камери капостою не повинна перевищувати 5 діб.

На кожній партії капусти в камері прикріплюють на видному місці паспорт із зазначенням:

1) номери документа про якість при прийманні, а також сертифіката про зміст токсикантів в капусти і дотримання регламентів застосування пестицидів;

2) постачальника;

3) помологічного сорту;

						Арк.
						11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- 4) товарного сорту;
- 5) маси партії (брутто, нетто), кг;
- 6) дати завантаження;
- 7) терміну зберігання.

При зберіганні в місцях заготівлі додатково вказують (крім капусти, що заготовляються у населення): дату знімання, квартал саду, вид післязбиральної обробки.

ФІЗИЧНІ УМОВИ І РЕЖИМ ЗБЕРІГАННЯ

Після закінчення завантаження капусти температуру повітря в камері не більше ніж за 2 доби доводять до нормативних значень, якщо інші значення цієї температури не встановлені в нормативно-технічній документації, затвердженої в установленому порядку для відповідної зони (району, місця) вирощування (наприклад, в республіканських стандартах), при цьому допускається зміна температури повітря в камері в діапазоні не більше 2 ° С.

Режим зберігання, встановлений для кожного помологічного сорту постійний протягом усього періоду зберігання і протягом першого місяця з дня виходу камери на заданий режим температура повітря в камері повинна бути 2-4 ° С, другого місяця 1-3 ° С, наступних місяців зберігання 0-2 ° С.

Температура повітря в холодній точці вільного простору корисного об'єму камери повинна бути не нижче зазначеного в табл.1 нижньої межі температури повітря в камері для даного помологічного сорту.

Відносна вологість повітря в камері повинна бути 90-95%. За відносну вологість повітря в камері приймається середнє арифметичне результатів визначень, отриманих в контрольних точках в кожному циклі вимірювань.

Відносна вологість повітря в "холодній" точці вільного простору корисного об'єму камери повинна бути не вище 96%.

						Арк.
						12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Циркуляцію повітря в камері здійснюють в період охолодження безперервно з кратністю від 30 до 40 обсягів незавантаженої камери в 1 ч.

Після закінчення періоду охолодження (через 3 доби після досягнення заданого температурного режиму) циркуляцію повітря виробляють періодично по одній годині з кратністю від 10 до 20 обсягів незавантаженої камери в годину при загальній тривалості не більше 6 годин на добу.

Обмін повітря в камерах здійснюють через повітроохолоджувач або нагрівальні прилади в перші два тижні зберігання щодня, а наступний період - через кожну добу. Кількість додається зовнішнього повітря - від 1 до 3 обсягів незавантаженої камери на добу.

Після закінчення зберігання або під час вивантаження капусти з камери забезпечують умови, що виключають конденсацію вологи на їх поверхні, наприклад, обдувають капусту теплим повітрям, доводячи температуру їх поверхні до значень на 0,5-1,5 ° С вище температури точки роси повітря приміщення, в яке вони вивантажуються.

При вивантаженні капусти з камери безпосередньо в рефрижераторне транспортний засіб їх утеплення не проводять.

МЕТОДИ КОНТРОЛЮ

Контроль якості капусти

Якість капусти перевіряють візуально після закінчення періоду охолодження, далі - не менше двох разів на місяць.

Для прогнозування стійкості капусти до хвороб (при зберіганні понад 4 міс), починаючи з другої половини призначеного строку зберігання, щомісяця від кожної партії відбирають не більше 2 кг плодів, витримують при температурі 18-20 ° С протягом 5 діб, після чого для визначення дефектів м'якоті капусти розрізають.

Захворювання капусти, що виникають при зберіганні, - згідно з додатком 2.

						Арк.
						13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для визначення масової концентрації сухих розчинних речовин в клітинному соку капусти з партії, призначеної для промислової переробки, після закінчення періоду охолодження і далі - через кожні два тижні відбирають не більше 1 кг плодів. Метод визначення цього показника - по ГОСТ 27572.

Результати контролю якості капусти оформляють актом, на підставі якого приймають рішення про можливість подальшого зберігання.

Контроль умов і режимів зберігання

При контролі умов і режимів зберігання капусти перевіряють:

1) шляхом зовнішнього огляду технічний і санітарний стан камери, справність і наявність свідоцтв (клейм або протоколів) про повірку контрольно-вимірювальних приладів, що забезпечують вимір значень параметрів умов і режимів зберігання;

2) за допомогою засобів вимірювань температуру і відносну вологість повітря в контрольних точках вільного простору корисного об'єму камери.

Кількість контрольних точок температури повітря у вільному просторі корисного об'єму камери повинно бути не менше трьох.

Перша і друга контрольні точки повинні бути розташовані в зонах, що мають мінімальне ("холодна" точка) і максимальне ("тепла" точка) значення температури.

Третя контрольна точка повинна бути розташована в середині центрального або бічного (в камері шириною до 12 м) проходу на висоті 1,5-1,6 м від рівня підлоги.

Примітка. Розташування "теплою" і "холодної" точок у вільному просторі корисного об'єму камери вказують в проектній та експлуатаційній документації на цю камеру або вносять в документацію за результатами атестації камери.

Відносну вологість повітря в вільному просторі корисного об'єму камери контролюють в першій і третій контрольних точках по п.5.2.2.

						Арк.
						14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Контроль фізичних умов і режимів зберігання капусти слід проводити не рідше двох разів на добу. При наявності дистанційних засобів контролю - не рідше, ніж через кожні 2 ч. Результати спостережень записують в журнал.

Контроль умов і режимів зберігання слід здійснювати за допомогою стандартизованих засобів вимірювань і контролю, які пройшли державну або відомчу перевірку по ГОСТ 8.513 *, результати якої оформлені в установленому порядку.

Похибка вимірювання значень температури повітря в контрольних точках не повинна перевищувати $\pm 0,5$ ° С.

Похибка визначення (вимірювання) значень відносної вологості повітря в контрольних точках не повинна перевищувати $\pm 3\%$.

Застосовувані первинні вимірювальні перетворювачі засобів вимірювань температури повинні бути стійкі до впливу підвищеної вологості не менше ніж протягом сезону зберігання.

В якості засобів вимірювань відносної вологості повітря слід застосовувати психрометри або пьезосорбційні гігрометри.

Засоби вимірювання, що рекомендуються для застосування при контролі умов і режимів зберігання, наведені в додатку 3.

Допускається застосовувати також інші стандартизовані засоби вимірювань, похибки яких в інтервалах температури і вологості, встановлених цим стандартом.

Порядок і методики вимірювань контрольованих параметрів умов і режимів зберігання - по проектної та (або) експлуатаційної документації на камеру. У разі їх відсутності в цій документації вони повинні бути розроблені і атестовані з ГОСТ 8.010 *.

						Арк.
						15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИМОГИ БЕЗПЕКИ

Вимоги безпеки при зберіганні повинні відповідати ГОСТ 12.3.002. При зберіганні повинно бути передбачено усунення впливу на працюючих наступних небезпечних і шкідливих похідних чинників:

- 1) рухомих машин і механізмів;
- 2) рухомих частин виробничого обладнання;
- 3) переміщаються (падаючих) пакувальних одиниць і тари;
- 4) знижених температур поверхні обладнання, повітря робочої зони і капусти;
- 5) підвищених вологості і рухливості повітря;
- 6) розташування робочого місця щодо поверхні підлоги;
- 7) із недостатнім освітленням робочої зони;
- 8) підвищеного рівня шуму на робочому місці.

Повітря робочої зони - по ГОСТ 12.1.005. Рівень звукового тиску - по ГОСТ 12.1.003.

Перевірка стану повітряного середовища в робочій зоні повинна здійснюватися за методиками, затвердженими Міністерством охорони здоров'я СРСР. Вимоги до методик вимірювання концентрації речовин в повітрі по ГОСТ 12.1.016.

Загальні вимоги: до вживаного технологічного устаткування - по ГОСТ 12.2.003, ГОСТ 12.2.049 і ГОСТ 12.2.061;

- до допоміжних пристосувань, призначених для зручності роботи і безпеки працюючих (драбини, трапи, містки та ін.), - по ГОСТ 26887, 27321, 27372;

- до вантажно-розвантажувальних робіт при зберіганні - по ГОСТ 12.3.009 і ГОСТ 12.3.020.

						Арк.
						16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для попередження ураження електричним струмом повинні виконуватися вимоги ГОСТ 12.1.019 і правила технічної експлуатації електроустановок споживачів, затверджені Держенергонаглядом.

Спецодяг, спецвзуття та інші засоби індивідуального захисту - по ГОСТ 12.4.011.

Загальні вимоги безпеки до систем вентиляції та кондиціонування повітря - по ГОСТ 12.4.021.

Загальні вимоги щодо забезпечення пожежної безпеки камери - по ГОСТ 12.1.004.

Відходи капусти повинні бути видалені в спеціальні приміщення, пристосовані для їх короткочасного зберігання.

Вимоги безпеки повинні бути викладені в проектній та (або) експлуатаційної документації на камеру.

ДОДАТКОВІ ВИМОГИ ДО КАПУСТИ, ЗАКЛАДАЮТЬ НА ТРИВАЛЕ ЗБЕРІГАННЯ

1. Ступінь зрілості капусти при збиранні повинна бути такою, щоб забезпечити термін лежкості * цих плодів і досягнення під час тривалого зберігання або по його закінченні якості, необхідного для реалізації або переробки. Термін лежкості - тривалість зберігання, протягом якої товарний сорт партії не знижується при нормі загальних втрат від природних втрат маси і загнивання капусти не більше 10%.

Рекомендоване стан зрілою капусти при збиранні - відповідно до табл.1. Термін лежкості капусти при зберіганні в місцях заготівлі - відповідно до табл.1.

Термін лежкості капусти при зберіганні в місцях призначення повинен бути менше зазначеного в табл.1, але не більше ніж на 1 міс.

Тривале зберігання капусти, термін лежкості яких відповідно до табл.1 менше 4 міс, здійснюють тільки в місцях заготівлі.

						Арк.
						17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

При маркуванні пакувальних одиниць додатково вказують "для тривалого зберігання", а також найменування виробника (колгосп, радгосп і т.п.).

У місцях заготівлі капусти в партіях, які закладаються на зберігання, повинні бути однорідними за ступенем зрілості (прибрані протягом не більше 5 діб), з однієї ділянки саду.

У місцях заготівлі партію капусти закладають на зберігання або в камери попереднього охолодження протягом доби з моменту знімання; в місцях призначення - протягом доби з моменту доставки в пункт призначення.

Капусту, призначені для зберігання в місцях призначення, перед завантаженням в рефрижераторні транспортні засоби повинні бути охолоджені до температури 2-8 ° С, вимірюваної в просторі між капустою, розміщеними в ящику, піддони ящиків чи спеціальному контейнері.

При поставці з гарантійними зобов'язаннями постачальник гарантує збереження якості капусти протягом гарантійного терміну зберігання при дотриманні правил навантаження і розвантаження, умов і режимів транспортування і зберігання.

Гарантійний термін зберігання капусти в місцях заготівлі, який відлічується з дня отримання, повинен бути не менше терміну лежкості відповідно до табл.1.

Гарантійний термін зберігання капусти в місцях призначення, який відлічується з дня отримання в цих місцях, повинен бути не менше терміну лежкості по п.1.3 цього додатка.

На капусту, що поставляються з гарантійними термінами зберігання, встановлюють надбавки до цін.

						Арк.
						18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ОВОЧЕСХОВИЩА І ХОЛОДИЛЬНІ СКЛАДИ З РЕГУЛЬОВАНИМ ГАЗОВИМ СЕРЕДОВИЩЕМ

Овочесховища і холодильний склад являє собою окремо розташована будівля, заданих розмірів, в якому розташовуються холодильні камери зберігання і різні допоміжні приміщення, розділені перегородками. Склади обладнуються автомобільної або залізничної рампами для прийому і відпуску продукції. Рампи можуть бути критими, відкритими, зашитими холодильними сендвіч - панелями. Всі охолоджувальні камери обладнуються спеціальними теплоізоляційними дверима, тамбурами і повітряними завісами.

Каркас для холодильних складів поставляється як погрунтувати так і оцинкованим. Висока технологічність виробництва дозволяють виготовляти основні комплектуючі елементи в найкоротші терміни.

Невід'ємною частиною таких приміщень як виробництво і зберігання м'ясної продукції, а також будь-яких інших продуктів харчування, є стелю підшивання, що приховує всі металоконструкції і забезпечує надійний захист від накопичення пилу в цих приміщеннях. Всі поверхні таких цехів повинні мати гладку поверхню. На поверхні не повинно накопичуватися конденсату. Вентильований тропік- це конструкція покриття над будівлею холодильного складу, що забезпечує природну вентиляцію і захист від прямих сонячних променів покрівлі. Це збільшує термін і якість експлуатації складу.

Огороджувальні конструкції овочесховищ і холодильних складів.

В якості огороджувальних конструкцій камер застосовуються теплоізоляційні "сендвіч-панелі". Ізоляційним матеріалом панелей є безпечний для озонового шару атмосфери спінений пінополіуретан, який не містить сполук CFC і HCFC. Поверхневим шаром "сендвіч-панелей" є гарячеоцинкований і пофарбований в заводських умовах сталевий лист. Для підвищення стійкості панелей внутрішню обшивку часто виконують з покриттям ПВХ і нержавіюча сталь. Ізоляційним матеріалом дверей є спінений пінополіуретан, який не містить сполук CFC і HCFC. Поверхневим шаром

						Арк.
						19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

дверей є гарячеоцинкований сталевий лист. Для щільного закривання всі двері по периметру оснащені гумовими ущільнювачами. Як правило двері мають запірний пристрій з вбудованою системою аварійного виходу, що запобігає замикання персоналу всередині камери.

Холодильну систему вибираємо централізованного типу: загальні компресора, конденсатори і допоміжне устаткування, що працюють на аміачну систему безпосереднього охолодження в кожній камері. Як охолоджує вибрана система, заснована на подачі повітря камери, охолодженого при прокачуванні через теплообмінну поверхню випарника, у воздуховод постійного тиску. Воздуховоди розташовуються по довжині камери під стелею, і охоложене повітря через щілини воздуховода з високою швидкістю струменя ежектується через штабелі, забезпечуючи тим самим оптимальні умови зберігання. Оскільки камери мають орієнтування однаково будівельну площу, розрахунок системи, що охолоджує, вестиметься по одній камері, що має максимальні теплопритоки.

Підбір компресорів і конденсаторів вестиметься по сумарному тепловому навантаженню всіх камер, виходячи з даних теплового розрахунку.

При зберіганні капусти на сучасних холодильниках картонну або дерев'яну тару з плодами укладають на стоечних паллетах в 4-7 рядів у висоту. Потім паллети встановлюються одна на одну, утворюючи штабель. Штабелі компонуються на площі підлоги камери відповідно до проектного рішення так, щоб залишалися проходи для контролю стану овочів, проїзди для проведення навантажувально-розвантажувальних робіт і забезпечувалася циркуляція повітря в камері, згідно системі розподілу повітря.

Вид упаковки, характер укладання упаковки на піддоні і самих піддонів в штабель, планування штабелів на вантажній площі камер і їх габарит, тип системи розподілу повітря і умови обслуговування системи, що охолоджує, є визначальними чинниками у вирішенні проблеми гарантованого збереження якості продукції.

						Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ЗБЕРІГАННЯ КАРТОПЛІ

Температура зберігання залежить від призначення картоплі, сорти, часу переробки (зима, весна, літо) і інших чинників. Вона робить істотний вплив на показники зберігання.

Залежно від напрямку використання рекомендується наступні орієнтовні температури зберігання картоплі:

- Столовий (продовольчий) Картопля-3-9 ° С
- чіпсову картопля 7-12 ° С
- Картопля для переробки 7-9 ° С
- Насіння картоплі 2-4 ° С

- Картопля для переробки на крохмаль 5 ° С

Просушування картоплі.

У процесі завантаження в міру заповнення засіків або формування насипу (при Навальний зберіганні) просушують картопля з розрахунку 100-150 м³ / т / год за рахунок концентрації потоку повітря, що нагнітається в відповідному розподільчому каналі (каналах). Вентилювання проводять безперервно зовнішнім повітрям, температура повітря при цьому повинна бути не нижче 10 ° С.

Тривалість і інтенсивність просушування залежать від стану картоплі, якщо він сухий і гарної якості, вентилюють 1-1,5 діб з розрахунку 100 м³ / т / год. При вологому, холодному і ураженому хворобами картоплі сушка відбувається 2,5-3 дня з розрахунку обсягу повітря, що продувається 150 м³ / т / год. Випускні клапана в цей час тримають відкритими.

Занадто сильне провітрювання або подача сухого повітря (менше 85% ОВВ) викликає дуже великі втрати вологи в бульбах і створює небезпеку ураження сухою гниллю.

Лікувальний період.

						Арк.
						21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Перші 2-3 тижні в сховище бульби проходять лікувальний період з метою заліковування механічних пошкоджень, нанесених при збиранні і транспортуванні, підготовці до тривалого зберігання. Найбільш активно заліковування ушкоджень відбувається при температурі від 12 до 18 ° С. Вентилюють теплим, вологим рециркуляційним повітрям сховища 5-6 разів на добу по 30-40 хвилин з перервами 3,5-4 години. Ворота сховища протягом усього лікувального періоду тримають закритими. Для цього секція сховища повинна бути завантажена в мінімально короткий термін, наприклад місткістю 100т. - за 3-5 днів. Відносну вологість повітря (ОВВ) в лікувальний період підтримують на рівні 95% шляхом підмішування до внутрішнього повітря сховища мінімальної кількості холодного зовнішнього, наприклад, в нічний час.

Більш ефективна установка воздуховоде, за вентилятором, штучного зволожувача. Зниження вологості повітря нижче 80% в лікувальний період неприпустимо, оскільки сприяє великому випаровуванню вологи бульби. Тривалість лікувального періоду залежить від вихідної якості картоплі при температурі 15 ± 3 ° С, але не повинна перевищувати 20-25 днів.

Період охолодження.

Після завершення лікувального періоду настає період охолодження. Якщо бульби здорові, з мінімумом механічних пошкоджень, температуру насипу знижують поступово на 0,5 ° С на добу протягом 20-30 днів до температури основного зберігання.

Сильно пошкоджений і вражений хворобами картопля охолоджують більш інтенсивно в середньому на 1 ° С на добу. Вентилюють повітрям, температура якого на 2-3 ° С нижче температури в насипу бульб. При негативних температурах зовнішнього повітря вентилюють сумішшю його з повітрям сховища (температура суміші не нижче + 05 ° С). Змішують повітря за допомогою клапана, керованого вручну або автоматично.

Основний період.

						Арк.
						22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Холодне зберігання в основний період (фаза зберігання), якщо температура в насипу перебувати на рівні 2-4 ° С, картопля вентилюють 2-3 рази в тиждень по 30 хвилин для зміни повітря в межклубневих просторі. Нестача кисню і надлишок вуглекислого газу приводять до погіршення лежкості і якості картоплі. Нестача кисню викликає внутрішнє потемніння м'якоті (задуха) бульб багатьох сортів, надлишок вуглекислоти часто є причиною загибелі картоплі. Оптимальний склад - коли вміст вуглекислого газу в межклубневих просторі не перевищує 2-3%, кисню 16-18%. ОВВ підтримують на рівні 90-95%. Вентилюють рециркуляційним повітрям, а при підвищенні температури в насипу вище 4-5 ° С сумішшю внутрішнього і зовнішнього або тільки зовнішнім повітрям, якщо його температура перебувати в межах 1-2 ° С.

Вентиляційна система сховища повинна забезпечувати наступну інтенсивність вентилявання в залежності від розрахункової розрахункової тижні зимової температури повітря і призначення картоплі. Насіння картоплі при розрахунковій тижня -20 ° С і вище - 100м³ / т / год; 30 ° С і нижче - 70 м³ / т / год. Продовольчий і для переробки- відповідно 70 і 50 м³ / т / год.

ЗБЕРІГАННЯ БУРЯКА

У 1 м³ = 0,6 т.

Буряк добре зберігається, проте результати зберігання сильно залежать від технології її вирощування в поле.

Важливі умови лежкості буряка:

- вибір сорту або гібрида. Більшість сортів буряків зберігаються добре, сорти з циліндричним коренеплодом - дещо гірше, але вони призначені в основному для переробки;

- вибір попередника. Не можна вирощувати буряк відразу ж після цибулі, так як посів на полях, де в минулому році вносили гербіцид стомп,

						Арк.
						23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

заборонений. Не можна і після картоплі, так як збудник фомозу, небезпечної хвороби, що розвивається під час зберігання, у картоплі і буряка один і той же, до того ж після застосування Зенкор (системного гербіциду ши рокого спектра дії) можливі великі втрати;

- при дефіциті бору відходи при зберіганні різко зростають, коренеплоди загнивають ще в полі на рівні поверхні ґрунту і потім в процесі зберігання додається гниль серцевини;

- переросли коренеплоди зберігаються погано, тому посів буряка, призначеної для зберігання, потрібно проводити пізніше (в Московській області оптимальний термін - початок червня) або скошувати бадилля до початку збирання. Зрізати бадилля рекомендується з мінімальною висотою черешків стебла, використовуючи для цієї мети ботвоудалитель з автоматичним копиром висоти зрізу.

Зберігання навалом 3,5-4,0 м (допустимо до 5-6 м) характеризується мінімальним повітрообміном, близько 50 м³ / год / т буряка. При відсутності активної вентиляції висоту навалу зменшують до 2,5-3,0 м. Поверх буряка рекомендується покласти шар соломи завтовшки 0,5 м, який буде поглинати конденсат, інакше волога викличе відростання листя, а це сприяє дрябленню коренеплоду і розвитку хвороб. Оптимальна температура зберігання коренеплодів буряка - 0 +1 ° С.

Проектом передбачається використання на вантажно-розвантажувальних роботах електропогрузчиків.

Повітряне охолодження вважається найбільш ефективною системою встаткування холодильних камер для охолоджених і заморожених вантажів. Широке використання повітряного охолодження - доцільно внаслідок значних змін характеру вантажів, що зберігаються, способу їхнього пакування. Характерним для повітроохолоджувачів сучасних конструкцій є значне зниження енергетичних витрат на їхню роботу завдяки оптимізації теплообмінної поверхні. Зменшення потужності електродвигунів

						Арк.
						24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

повітроохолоджувачів знижують вплив теплового еквівалента на режим зберігання вантажів.

Розміщення повітроохолоджувачів над центральним проходом спрощує доступ і обслуговування, а зниження різниці температур дозволяє різко зменшити усушку.

Будівництво овочесховища в місті Роздільна виявилось доцільним , це пояснюється фактичним збільшенням потреб донного міста в плодовоовочевій продукції, а також можливостями забезпечити споживання через ринок.

Усе вище сказане підтверджує технічну й економічну доцільність проектування.

						Арк.
						25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2. Об'ємно-планувальне рішення

Вантажний обсяг, який нам потрібен: $V_H = 300$ т

q_v – питома норма завантаження $q_v = 0,35$ т/м³

Об'єм приміщення

$$V_{ep} = \frac{V_H}{q_v} = \frac{300}{0,35} = 857 \text{ м}^3$$

Грузова висота штабеля

Висота приміщення від пола до низу несущих конструкцій

$h_{гр} = h_{ст} - 1 = 5 - 1 = 4$ м. [1]

Вантажна площа камер

$$F_{ep} = \frac{V_{ep}}{h_{ep}} = \frac{857}{4} = 214,25 \text{ м}^2$$

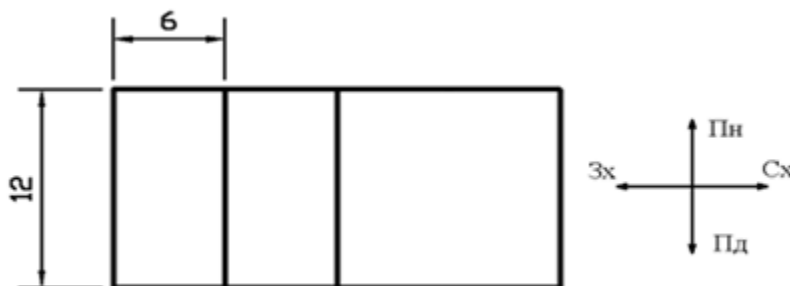
Будівельна площа камер

Коефіцієнт використання будівельної площ камер $\beta = 0,8$

$$F_{стр} = \frac{F_{ep}}{\beta} = \frac{214,25}{0,8} = 267,8 \text{ м}^2$$

Кількість будівельних прямокутників

$n = \frac{F_{стр}}{6 \cdot 12} = \frac{267,8}{72} = 3,72$ приймаємо 4 будівельні прямокутники



						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

Визначення маси вантажів

Площа камер

$$F=a \cdot b(m^2)$$

де (a) – ширина камери, м., а (b) – довжина, м., данні зведемо в таблицю №1

Таблиця 1. Площа камер

№ камери	1	2	3
F площа м ²	72	72	144

Місткість камери в тоннах умовного вантажу

$$G=\beta \cdot F \cdot h_{гр} \cdot q_v=0.8 \cdot 72 \cdot 0.35 \cdot 4=80.6 \text{ т.}$$

Зводимо для всіх камер получені данні в таблицю №2

Таблиця 2. Місткість камер

№ камери	1	2	3
G міс-ть т.	80.6	80.6	161,2

3.Визначення товщини теплоізоляції огорожувальних конструкцій

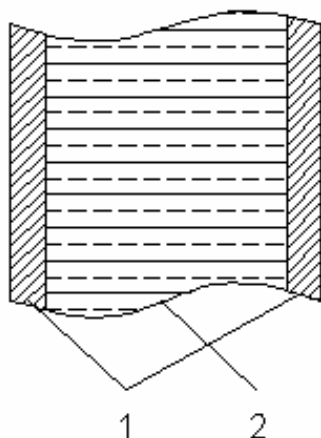
Огорожувальна конструкцій холодильника (стіни, стеля) зроблена із 3-х слойних алюмінієвих панелей типу "Сендвіч" товщиною 100 мм. з використанням, як ізоляції пенополіуретана марки "PIR" об'ємною масою 60 кг/м³. Габаритні розміри панелей: 120x1200x1500. Кровля холодильника виготовлена із сталюого профільованого метаріалу, вложеного по прогонах.

Знаходимо товщину ізоляції для внутрішніх перегородок

α_3 і α_K - розрахункові значення коефіцієнтів тепловіддачі з зовнішнього і внутрішнього боків огородження;

δ_i і λ_i - товщина і коефіцієнт теплопровідності кожного будівельного шару конструкції огородження;

λ_{i3} - розрахункове значення коефіцієнта теплопровідності обраного ізоляційного матеріалу огородження.



1. Алюмінієвий лист

$$\delta = 0.001 \text{ м}, \lambda = 204 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К}).$$

2. Теплоізоляція "Снепур"

$$\delta = 0.1 \text{ м}, \lambda = 0.035 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К}).$$

$$k_{sc} = 0.394 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}). [1]$$

Коефіцієнт теплопередачі внутрішніх стін, перегородок між охолоджуючими приміщеннями

$$k_{вн} = 0.5 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$$

Тоді вибираємо $\alpha_3=9 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$ та $\alpha_K=9 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$ [1]

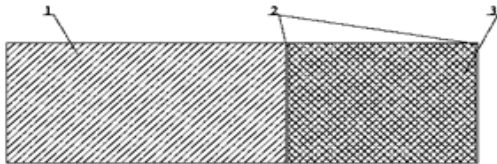
					Арк.
					28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

$$\delta_{iz} = \left[\frac{1}{k_{вн}} - \left[\frac{1}{\alpha_k} + \left(\frac{\delta_1 \cdot 2}{\lambda} \right) + \frac{1}{\alpha_3} \right] \right] = \left[\frac{1}{0.5} - \left[\frac{1}{9} + \left(\frac{0.001 \cdot 2}{204} \right) + \frac{1}{9} \right] \right] = 0.62 \text{ м}$$

Приймаємо товщину ізоляції рівної 0.1 м., знаходимо дійсний коефіцієнт теплопередачі.

$$k_o = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_k} + \left(\frac{\delta_1 \cdot 2}{\lambda} \right) + \frac{1}{\alpha_3} + \frac{\delta_{iz}}{\lambda}} = \frac{1}{\frac{1}{9} + \left(\frac{0.001 \cdot 2}{204} \right) + \frac{1}{9} + \frac{0.1}{0.035}} = 0.331 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)}$$

Знаходимо товщину ізоляції для зовнішніх стін



1. Кладка кирпична на цементном розчині

$\delta_1 = 0.38 \text{ м, } \lambda_1 - 0.81 \text{ Вт/(м} \cdot \text{К)}$.

2. Алюмінієвий лист

$\delta_2 = 0.001 \text{ м, } \lambda_2 - 204 \text{ Вт/(м} \cdot \text{К)}$.

3. Теплоізоляція "Снепур" $\lambda - 0.035 \text{ Вт/(м} \cdot \text{К)}$.

Тоді вибираємо $\alpha_3=11$ та $\alpha_k=23$ [1]

$$\delta_{iz} = \left[\frac{1}{k_{зс}} - \left[\frac{1}{\alpha_k} + \left(\frac{\delta_1 \cdot 2}{\lambda_1} + \frac{\delta_2 \cdot 2}{\lambda_2} \right) + \frac{1}{\alpha_3} \right] \right] = \left[\frac{1}{0.394} - \left[\frac{1}{11} + \left(\frac{0.001 \cdot 2}{204} + \frac{0.38}{0.81} \right) + \frac{1}{23} \right] \right] = 0.084 \text{ м}$$

Приймаємо товщину ізоляції рівною 0.1 м., знаходимо дійсний коефіцієнт теплопередачі.

$$k_o = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_k} + \left(\frac{\delta_1 \cdot 2}{\lambda_1} + \frac{\delta_2 \cdot 2}{\lambda_2} \right) + \frac{1}{\alpha_3} + \frac{\delta_{iz}}{\lambda}} = \frac{1}{\frac{1}{11} + \left(\frac{0.001 \cdot 2}{204} + \frac{0.38}{0.81} \right) + \frac{1}{23} + \frac{0.1}{0.035}} = 0.285 \text{ Вт/(м}^2$$

·К)

Підлога охолоджуваних приміщень

Підлога охолоджуваних приміщень, знаходиться на ґрунті, не маючого обігріву. По периметру засипана ізоляція - гравій керамзитовий, шириною 2м. товщиною 0,5 м.

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29

4. Розрахунок теплоприпливів через огороження

Q_1 - теплоприливи скрізь огороження охолоджуваних об'єктів[1];

Q_{1T} - теплоприлив від різниці температур по обох боках огорожень;

Q_{1C} - теплоприлив від сонячного опромінення зовнішніх огорожень;

t_3 - температура зовнішнього середовища або сусіднього, більш теплого приміщення;

t_k - температура охолоджуваного об'єкта;

k - розрахунковий коефіцієнт теплопередачі для даного огороження;

F - площа поверхні даного огороження.

$$Q_{1T}=k \cdot F(t_3- t_k)$$

$$Q_1= Q_{1T}+ Q_{1C}$$

Δt_c - надлишкова різниця температур від впливу прямого сонячного випромінювання на дане огороження.

$$Q_{1C}=k \cdot F \cdot \Delta t_c$$

p - коефіцієнт проникності, що залежить від масивності огороження, що опромінюється сонцем;

q_c - розрахункова напруга сонячного випромінювання для літнього періоду;

ϵ_c - коефіцієнт поглинання сонячного випромінювання поверхнею огороження;

α_3 - коефіцієнт тепловідачі від нагрітої сонцем поверхні огороження в навколишній простір.

w - швидкість повітря, 2.5 м/с

$p=0.75$ [1]

						Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\alpha_3 = 2.3 + 11.6\sqrt{w} = 20.6$$

Для стінки

$$q_c = 342 \text{ Вт/м}^2$$

$$\Sigma_c = 0.26$$

$$\Delta t = p \cdot \frac{q_c \cdot \Sigma_c}{\alpha_3} = 0.75 \cdot \frac{342 \cdot 0.26}{20.6} = 3.23 \text{ }^\circ\text{C}$$

Для покрівлі

$$q_{c1} = 820 \text{ Вт/м}^2$$

$$\Sigma_{c1} = 0.26$$

$$\Delta t_1 = p \cdot \frac{q_{c1} \cdot \Sigma_{c1}}{\alpha_3} = 0.75 \cdot \frac{820 \cdot 0.26}{20.6} = 7.74 \text{ }^\circ\text{C}$$

Зводимо данні в таблицю №3

Таблиця 3. Теплоприпливи через огороження.

№ Камери	Огородження	K Вт/м ² К	F м ²	t _з °С	t _к °С	Δt °С	Δt _с °С	Q Вт
	Стіна пн.	0.285	30	33	0	33		282
	Стіна пд.	0.285	30	33	0	33		282
	Стіна зх.	0.285	60	33	0	33	3.23	620
1 камера	Стіна сх.	0.331	60	1	0	1		20
	Покриття	0.285	72	33	0	33	7,747	836
	Підлога 1	0.48	72	33	0	33		1141
	Σ							3181
	Стіна пн.	0.285	30	33	1	32		223
	Стіна пд.	0.285	30	33	1	32		223
	Стіна зх.	0.331	60	1	1	0		0
2 камера	Стіна сх.	0.331	60	1	1	0		0
	Покриття	0.285	72	33	1	32	7,747	804
	Підлога 1	0.48	72	33	1	32		1106
	Σ							2356
	Стіна пн.	0.285	60	33	4	29		496
	Стіна пд.	0.285	60	33	4	29		496
	Стіна зх.	0.331	60	1	4	3		60
3 камера	Стіна сх.	0.331	60	1	4	3		60
	Покриття	0.285	144	33	4	29	7,747	1509
	Підлога 1	0.48	144	33	4	29		2005
	Σ							4626

									Арк.
									31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

Розрахунок теплоприливів від вантажів при їх холодильній обробці

G_H - добове надходження вантажу на холодильну обробку, т/добу;

h_1 - ентальпія вантажу (кДж/кг), що надходить на обробку, при початковій температурі;

h_2 - ентальпія вантажу (кДж/кг) при середній при його об'єму кінцевій температурі;

$\tau_{Ц}$ - тривалість циклу холодильної обробки, з урахуванням завантаження і вивантаження продукту (години);

τ_p - тривалість робочого періоду (години), тобто фактичний час протягом якого споживається холод.

Для всіх камер підбираємо значення ентальпій вантажу

Камера №1 $h_1=346.5$ кДж/кг, $h_2=271.7$ кДж/кг [1]

Камера №2 $h_1=346.5$ кДж/кг, $h_2=272.9$ кДж/кг

Камера №3 $h_1=346.5$ кДж/кг, $h_2=286.7$ кДж/кг

Добове надходження вантажу приймаємо 8%

$G_H=G \cdot 0.08$ зводимо дані в таблицю №4

Таблиця 4. Добове надходження продукту до камер

№ камери	1	2	3
G добове надходження т.	6.45	6.45	12.9

Оскільки холодильна обробка безперервної дії то $\tau_{Ц}/\tau_p$ рівно 1, тоді

$$Q_{21} = \frac{G_H \cdot (h_1 - h_2)}{0.0864} = \frac{6.45 \cdot (346.5 - 271.7)}{0.0864} = 5.6 \text{ кВт},$$

$$Q_{21} = \frac{G_H \cdot (h_1 - h_2)}{0.0864} = \frac{6.45 \cdot (346.5 - 272.9)}{0.0864} = 5.5 \text{ кВт}$$

$$Q_{21} = \frac{G_H \cdot (h_1 - h_2)}{0.0864} = \frac{6.45 \cdot (346.5 - 286.7)}{0.0864} = 4,5 \text{ кВт}$$

для інших камер отримані данні зводимо в таблицю №5

									Арк.
									32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

Таблиця 5. Теплоприливи від продукту при холодильній обробці.

№ камери	1	2	3
Q ₂₁ кВт	5.6	5.5	4,5

Добове надходження тари на холодильну обробку (т/добу) для картонної приймаємо 10%

Питома теплоємність

$$c_1=1.46 \text{ Кдж}/(\text{кг} \cdot \text{К}), c_2=1.46 \text{ Кдж}/(\text{кг} \cdot \text{К}) [1]$$

$$G_{\text{тар}} = G_{\text{Н}} \cdot 0.1 = 6.45 \cdot 0.1 = 0.645 \text{ т/добу, зведемо данні в таблицю №6}$$

Таблиця 6. Добове надходження тари

№ камери	1	2	3
G _{тар} т/добу	0.645	0.645	1.29

Теплоприлив від тари

t₃ – зовнішня температура

$$Q_{2m} = G_{\text{тар}} \cdot \frac{(c_1 \cdot t_3 - c_2 \cdot t)}{0.0864} = 0.645 \cdot \frac{(1.46 \cdot 33 - 1.46 \cdot 1)}{0.0864} = 0.348 \text{ кВт},$$

зводимо данні в таблицю №7

Таблиця 7. Теплоприливи від тари

№ камери	1	2	3
Q _{2т} кВт	0.348	0.348	0.696

Знаходимо сумарний теплоприлив від вантажів

$$Q_2 = Q_{21} + Q_{2т} = 5.6 + 0.348 = 5.95 \text{ кВт},$$

$$Q_2 = Q_{22} + Q_{2т} = 5.56 + 0.348 = 5.91 \text{ кВт}$$

$$Q_2 = Q_{23} + Q_{2т} = 4.5 + 0.696 = 5.2 \text{ кВт}$$

зводимо в таблицю №8

						Арк.
						33
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 8. Сумарний теплоприплив від вантажів.

№ камери	1	2	3
Q ₂ кВт	5,95	5,91	5,2

Розраховуємо теплоприлив із зовнішнім повітрям при вентиляції охолоджуваних приміщень, де

$V_{\text{в}}$ - Будівельний об'єм вентилязованого приміщення, м³;

α - кратність повітрообміну за добу, 4 [1];

$\rho_{\text{к}}$ - щільність повітря при температурі і відносній вологості охолоджуваного приміщення, кг/м³;

$h_{\text{з}}$ - ентальпія зовнішнього повітря при розрахунковій температурі і відносній вологості, кДж/кг;

$h_{\text{к}}$ - ентальпія повітря при температурі і відносній вологості в охолоджувальному приміщенні кДж/кг;

τ - щодобовий інтервал часу, протягом якого здійснюють вентиляцію камери, години [1], 8 год.

Для всіх камер $V_{\text{в}}$ розраховуємо:

$$V_{\text{в1}}=12 \cdot 6 \cdot 5=360 \text{ м}^3$$

$$V_{\text{в2}}=12 \cdot 6 \cdot 5=360 \text{ м}^3$$

$$V_{\text{в3}}=12 \cdot 12 \cdot 5=720 \text{ м}^3$$

Вибираємо данні з h-d діаграми

ρ - 1.1 км/м³; $h_{\text{з}}$ – 28 кДж/кг; $h_{\text{к}}$ – 5 кДж/кг, тоді

$$Q_{31} = \frac{V_{\text{в}} \cdot \alpha \cdot \rho_{\text{к}} \cdot (h_{\text{з}} - h_{\text{к}})}{3.6 \cdot \tau} = \frac{360 \cdot 4 \cdot 1.1 \cdot (28 - 5)}{3.6 \cdot 8} = 1.26 \text{ кВт}$$

$$Q_{32} = \frac{V_{\text{в}} \cdot \alpha \cdot \rho_{\text{к}} \cdot (h_{\text{з}} - h_{\text{к}})}{3.6 \cdot \tau} = \frac{360 \cdot 4 \cdot 1.1 \cdot (28 - 5)}{3.6 \cdot 8} = 1.26 \text{ кВт}$$

$$Q_{33} = \frac{V_{\text{в}} \cdot \alpha \cdot \rho_{\text{к}} \cdot (h_{\text{з}} - h_{\text{к}})}{3.6 \cdot \tau} = \frac{720 \cdot 4 \cdot 1.1 \cdot (28 - 5)}{3.6 \cdot 8} = 2.52 \text{ кВт}$$

$$q_3 = 0.270 - 6 \cdot t = 270 - 6 \cdot 1 = 0.264 \text{ кВт}$$

$$Q_{43} = q_3 \cdot n = 0.264 \cdot 2 = 0.528 \text{ кВт}$$

Для всіх камер однаковий буде теплоприлив

Теплоприлив від відкритих дверей [1]

V - питома витрата холоду при відкритих дверях, 9

Для камер 1 та 2

$$Q_{44} = V \cdot F_{\zeta} \cdot 10^{-3} = 9 \cdot 72 \cdot 10^{-3} = 0.648 \text{ кВт}$$

Для камери 3

$$Q_{44} = V \cdot F_{\zeta} \cdot 10^{-3} = 9 \cdot 144 \cdot 10^{-3} = 1,3 \text{ кВт}$$

Сума теплоприливів

для камери 1

$$Q_4 = Q_{41} + Q_{42} + Q_{43} + Q_{44} = 0.26 + 0.73 + 0.528 + 0.648 = 2.156 \text{ кВт}$$

для камери 2

$$Q_4 = Q_{41} + Q_{42} + Q_{43} + Q_{44} = 0.26 + 0.69 + 0.528 + 0.648 = 2.126 \text{ кВт}$$

для камери 3

$$Q_4 = Q_{41} + Q_{42} + Q_{43} + Q_{44} = 0.52 + 0.89 + 0.528 + 1,3 = 3.238 \text{ кВт}$$

Зводимо данні в таблицю №10

Таблиця 10. Теплоприливи від різних джерел

№ камери	1	2	3
Q_4 кВт	2.156	2.126	3.238

Розрахунок теплоприливів від дихання плодів

q_t і q_0 - питомі тепловиділення плодів при температурах плодів $^{\circ}\text{C}$

b - температурний коефіцієнт швидкості дихання $^{\circ}\text{C}^{-1}$

						Арк.
						36
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

для капусти $q_0=33 \text{ Вт/т}, b=0.1277 \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$

для картоплі $q_0=20 \text{ Вт/т}, b=0.1277 \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$

для буряка $q_0=20 \text{ Вт/т}, b=0.1277 \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$

q_{t1} - питомі тепловиділення плодів і овочів при температурі їхнього надходження в камеру Вт/т;

q_{t2} - питомі тепловиділення плодів і овочів при температурі їхнього збереження в камеру Вт/т

Капуста

$$q_{t1} = q_0 \cdot e^{b \cdot t_3} = 33 \cdot e^{0.1277 \cdot 33} = 2,2 \text{ кВт}$$

$$q_{t2} = q_0 \cdot e^{b \cdot t} = 33 \cdot e^{0.1277 \cdot 0} = 0,033 \text{ кВт}$$

$$Q_5 = G_1 (0,1 \cdot q_{t1} + 0,9 \cdot q_{t2}) = 80,64 (0,1 \cdot 2,2 + 0,9 \cdot 0,033) = 20,2 \text{ кВт}$$

Картопля

$$q_{t1} = q_0 \cdot e^{b \cdot t_3} = 20 \cdot e^{0.1277 \cdot 33} = 1,15 \text{ кВт}$$

$$q_{t2} = q_0 \cdot e^{b \cdot t} = 20 \cdot e^{0.1277 \cdot 4} = 0,033 \text{ кВт}$$

$$Q_5 = G_1 (0,1 \cdot q_{t1} + 0,9 \cdot q_{t2}) = 161,3 (0,1 \cdot 1,15 + 0,9 \cdot 0,033) = 23,3 \text{ кВт}$$

Буряк

$$q_{t1} = q_0 \cdot e^{b \cdot t_3} = 20 \cdot e^{0.1277 \cdot 33} = 1,15 \text{ кВт}$$

$$q_{t2} = q_0 \cdot e^{b \cdot t} = 20 \cdot e^{0.1277 \cdot 1} = 0,023 \text{ кВт}$$

$$Q_5 = G_1 (0,1 \cdot q_{t1} + 0,9 \cdot q_{t2}) = 80,64 (0,1 \cdot 1,15 + 0,9 \cdot 0,023) = 11,6 \text{ кВт}$$

Зводимо данні в таблицю №11

						Арк.
						37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 11. Теплоприпливи від дихання плодів

№ камери	1	2	3
Q ₅ , кВт	20,2	11,6	23,3

Розрахункове теплове навантаження охолоджувальних приладів

$$Q_{\text{кам1}} = (Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5) \cdot 1.1 = (3,181 + 5.95 + 1.26 + 2,156 + 20,2) \cdot 1.1 = 36 \text{ кВт}$$

$$Q_{\text{кам2}} = (Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5) \cdot 1.1 = (2.356 + 5.91 + 1.26 + 2,126 + 11,6) \cdot 1.1 = 25,6 \text{ кВт}$$

$$Q_{\text{кам3}} = (Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5) \cdot 1.1 = (4,626 + 5.2 + 2.62 + 3,238 + 23,3) \cdot 1.1 = 43 \text{ кВт}$$

Зводимо данні в таблицю №12

Таблиця 12. Розрахункове навантаження на прилади охолодження

№ камери	1	2	3
Q ₆ , кВт	36	25,6	43

Розрахункове теплове навантаження на компресор

b - коефіцієнт робочого часу компресорів, 0.6 [1];

ε₁ - коефіцієнт втрат при транспортуванні холоду, 1.1 [1].

$$Q_{7\text{кам1}} = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 \cdot 0.5 + Q_5 = 3,181 + 5.95 + 1.26 + 2,156 \cdot 0,5 + 20,2 = 31,6 \text{ кВт}$$

$$Q_{7\text{кам2}} = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 \cdot 0.5 + Q_5 = 2.356 + 5.91 + 1.26 + 2,126 \cdot 0,5 + 11,6 = 22,2 \text{ кВт}$$

$$Q_{7\text{кам3}} = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 \cdot 0.5 + Q_5 = 4,626 + 5.2 + 2.62 + 3,238 \cdot 0,5 + 23,3 = 37,4 \text{ кВт}$$

Зводимо данні в таблицю №13

Таблиця 13. Розрахункове теплове навантаження на компресор

№ камери	1	2	3
Q ₇ , кВт	31,6	22,2	37,4

Сума всіх теплових навантажень

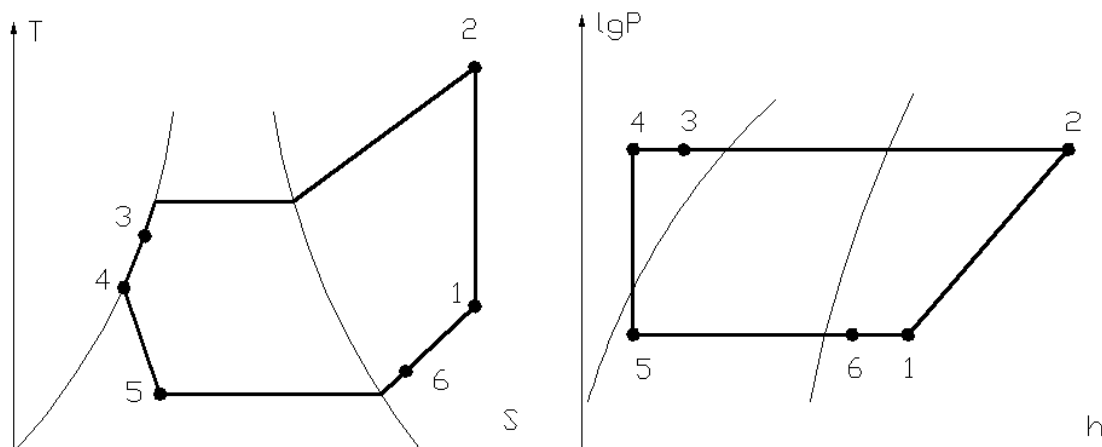
$$Q_8 = Q_{71} + Q_{72} + Q_{73} + Q_{74} = 31,6 + 22,2 + 37,4 = 91,2 \text{ кВт}$$

n – кількість компресорів, 6 шт.

$$Q_{\text{км}} = (\varepsilon_1 / b \cdot n) \cdot Q_8 = (1.1 / 0.6 \cdot 6) \cdot 91,2 = 27.9 \text{ кВт}$$

						Арк.
						38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5. Тепловий розрахунок та підбір компресора



R 404 A

$$t_k = 45^\circ\text{C}, P_k = 2 \text{ МПа}$$

$$t_3 = t_k - \Delta t_k = 45 - 5 = 40^\circ\text{C}$$

$$t_1 = t_3 - \Delta t_{\text{ИДР}} = 40 - 20 = 20^\circ\text{C}$$

Таблиця 14 - Параметри холодильного агенту

№ точки	t , °C	P , мПа	V , м ³ /кг	i , кДж/кг
1	20	0,425	0,06	388
2	80	2	-	430
3	40	2	-	265
4	25	2	-	242
5	-12	0,425	-	242
6	-7	0,425	-	365

$$Q_{\text{KM}}^{(охл)} = 27,9 \text{ кВт}$$

1. Питома масова холодопродуктивність

$$q_0 = i_6 - i_5 = 365 - 242 = 123 \text{ кДж / кг}$$

2. Питома об'ємна холодопродуктивність

$$q_v = q_0 / v_1 = 123 / 0,06 = 2050 \text{ кДж / кг}$$

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39

3. Витрата пари

$$M_{A(охл)} = Q_0 / q_0 = 27,9 / 123 = 0,227 \text{ кг} / \text{с}$$

4. Питоме тепло конденсації

$$q_K = i_2 - i_3 = 430 - 265 = 165 \text{ кДж} / \text{кг}$$

5. Тепловий потік в конденсаторі

$$Q_{K(охл)} = M_A * q_K = 0,227 * 165 = 37,4 \text{ кВт}$$

6. Питома адіабатна робота компресора

$$l = i_2 - i_1 = 430 - 388 = 42 \text{ кДж} / \text{кг}$$

7. Дійсна об'ємна продуктивність

$$V_{D(охл)} = M_A * v_1 = 0,227 * 0,06 = 0,0136 \text{ м}^3 / \text{с}$$

8. Коефіцієнт подачі, що враховує вплив мертвого простору

$$\lambda_c = 1 - c * \left[\left(\frac{P_K}{P_0} \right)^{\frac{1}{m}} - 1 \right] = 1 - 0,015 * \left[\left(\frac{2}{0,425} \right)^{1,05} - 1 \right] = 0,95$$

9. Коефіцієнт, що враховує об'ємні втрати

$$\lambda'_w = (T_0 + \theta) / (\alpha * T_K + \beta * \theta) = (261 + 50) / (1,12 * 318 + 0,5 * 50) = 0,82$$

10. Коефіцієнт подачі

$$\lambda = \lambda_c * \lambda'_w = 0,95 * 0,82 = 0,78$$

11. Теоретичний об'єм, описаний поршнями

$$V_{h(охл)} = 0,0136 / 0,78 = 0,0175 \text{ м}^3 / \text{с}$$

Підбираю поршневий компресорно-конденсаторний агрегат BITZER

LN135/44CC-12.2 $V_h = 0,0181 \text{ м}^3 / \text{с}$

						Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

6. Розрахунок повітроохолоджувача

Розрахунок повітроохолоджувача для камер з $t_{КАМ} = 0^{\circ}C$

При проведенні розрахунку приймаю наступні параметри:

теплове навантаження

$$Q_0^{КАМ..№1} = 36кВт$$

$$Q_0^{КАМ..№2} = 25,6кВт$$

$$Q_0^{КАМ..№3} = 43кВт$$

температура повітря в приміщенні, що охолоджує $t_k = 0^{\circ}C$;

відносна вологість повітря в камері $\varphi = 90\%$

робоче тіло R404A

Геометричні розміри ребристої труби повітроохолоджувача, виготовленого методом литва під тиском:

труба:

зовнішній діаметр $d_{ТР} = 0.025м$;

внутрішній діаметр $d_{ВН} = 0.02м$;

товщина стінки $\delta_T = 0,0025м$

матеріал (сталь) $\lambda_T = 45Вт / (м * К)$

ребро:

висота $h = 0,024м$

товщина у вершини $\delta_{ВР} = 0,0008м$;

товщина в підстави $\delta_{ОР} = 0,0012м$;

крок $u = 0,012м$;

матеріал (алюміній) $\lambda_p = 180Вт / (м * К)$;

компоновка пучка труб шаховий пучок.

						Арк.
						41
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Товщина алюмінієвого чохла на зовнішній поверхні сталевій труби рівна $\delta = 1,5\text{мм}$; тоді зовнішній діаметр з врахуванням алюмінієвого чохла буде

рівний:
$$d_H = d_{TP} + 2 * \delta = 0,025 + 2 * 0,0015 = 0,028\text{м}$$

Приймаємо діаметр ребра:

$$D = d_H + 2 * h = 0,028 + 2 * 0,024 = 0,076\text{м};$$

Крок труб в пучку:

поперечний (впоперек потоку повітря):

$$S_1 = (D + 2 * \delta_H) + 0,003\text{м} = (0,076 + 2 * 0,003) + 0,003 = 0,085\text{м};$$

подовжній (уздовж потоку повітря):

$$S_2 = S_1 = (D + 2 * \delta_H) + 0,002\text{м} = (0,076 + 2 * 0,003) + 0,003 = 0,085\text{м}.$$

діагональний:

$$S'_2 = \left[S_2^2 + (S_1 / 2)^2 \right]^{0,5} = \left[(0,085)^2 + (0,085 / 2)^2 \right]^{0,5} = 0,095\text{м}.$$

Тепловий розрахунок

Кінцевою метою теплового розрахунку є визначення площі поверхні повітроохолоджувача, яка повинна відводити задане теплове навантаження і підтримувати необхідну температуру повітря в камері. Задаємося величиною підохолодження повітря в повітроохолоджувачі $\Delta t_B = 2^\circ\text{C}$.

Визначаємо температуру повітря на виході апарату:

$$t_2 = t_{\text{ВЫХ.В}} = t_k - \Delta t_B = 0 - 2 = -2^\circ\text{C}.$$

Визначаємо середню температуру повітря:

$$t_{\text{СР.В}} = 0,5 * (t_2 + t_K) = 0,5 * (-2 + 0) = -1^\circ\text{C}.$$

Приймаємо температуру кипіння фреону:

$$t_0 = t_{\text{СР.В}} - (10...15) = -1 - 11 = -12^\circ\text{C}.$$

						Арк.
						42
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Визначуваний температурний натиск:

$$\theta = t_{CP.B} - t_0 = -1 + 12 = 11^\circ C.$$

Вибираю теплофізичні властивості вологого повітря при визначальній температурі $t_{CP.B}$:

$\nu_B = 13,28 * 10^{-6} m^2 / c$ - коефіцієнт кінематичної в'язкості,

$\lambda_B = 2,44 * 10^{-2} Wm / (m * K)$ - коефіцієнт теплопровідності,

$Pr_B = 0,707$ - число Прандтля,

$\rho_B = 1,293 kg / m^3$ - щільність,

$C_B = 1,005 kJ / (kg * K)$ - питома теплоємність сухого повітря.

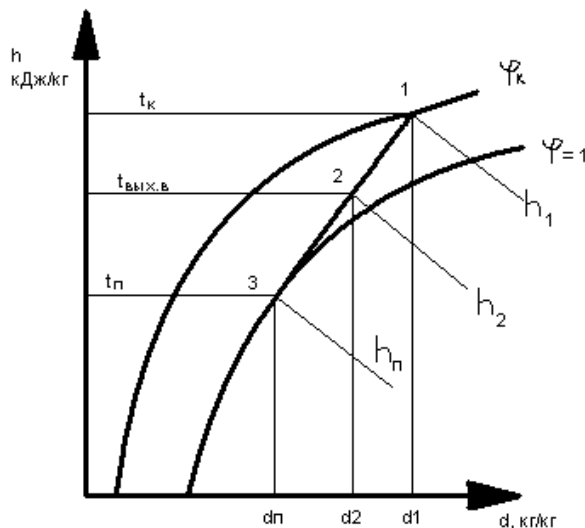


Рисунок 6.1 - Процес зміни стану повітря в повітроохолоджувачі в наступній послідовності: $1 \rightarrow II \rightarrow 2$ (см. рис)

Для цього задаємося середньою температурою поверхні повітроохолоджувача (інею) t_n з умови, що $t_0 < t_{II} < t_K$, використовуючи приблизне співвідношення :

$$t_{II} = t_K - (0,1 \div 0,8) * \theta = 0 - 0,4 * 11 = -4,4^\circ C.$$

					Арк.
					43
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

По діаграмі $h-d$, с допомогою розрахункових залежностей, приведених нижче, визначаємо параметри повітря (h, d, t).

Таблиця 15 - Параметри повітря

№ точки	$t, ^\circ C$	$d \cdot 10^{-3}, \text{кг} / \text{кг}$	$h, \text{кДж} / \text{кг}$	$\varphi, \%$
1	0	3,4	9,64	90
2	-2	3	6,47	94
3(п)	-4,4	2,6	2,9	100

Грунтуючись на принципі подібності трикутників (см. мал), можна записати:

$$(d_1 - d''_{п}) / (t_1 - t_{п}) = (d_1 - d_2) / (t_1 - t_2),$$

Звідси невідоме значення вмісту вологи повітря на виході апарату:

$$d_2 = d_1 - ((t_1 - t_2) * (d_1 - d''_{п}) / (t_1 - t_{п})) =$$

$$= 3,4 * 10^{-3} - ((0 + 2) * (3,4 * 10^{-3} - 2,6 * 10^{-3}) / (0 + 4,4)) = 3,04 * 10^{-3} \text{ кг} / \text{кг}.$$

Відносна вологість повітря, на виході з апарату буде рівна:

$$\varphi_2 = d_2 / d''_2 = 3 / 3,2 = 0,94,$$

де $d''_{п}$ и d''_2 - відповідно, вміст вологи насиченого повітря при $t_{п}$ и t_2 .

Ентальпію повітря в точках 1,2 і 3 при негативних значеннях температури поверхні апарату (інею) знаходимо по залежностях:

$$h_1 = 1,0078 * t_1 + (2835 + 2,09 * t_1) * d_1 = 1,0078 * 0 + (2835 + 2,09 * 0) * 3,4 * 10^{-3} = 9,64 \text{ кДж} / \text{кг};$$

$$h_2 = 1,0078 * (-2) + (2835 + 2,09 * (-2)) * 3 * 10^{-3} = 6,47 \text{ кДж} / \text{кг}$$

$$h_3 = 1,0078 * (-4,4) + (2835 + 2,09 * (-4,4)) * 2,6 * 10^{-3} = 2,9 \text{ кДж} / \text{кг}$$

Переходимо до розрахунку геометричних характеристик теплопередаючого елемента.

Геометричні характеристики поверхні ребристого елемента вільного від інею.

Площа зовнішньої поверхні ребра:

$$F_p = 0,5 * \pi * (D^2 - d_H^2) + \pi * D * \delta_{BP} =$$

$$= 0,5 * 3,14 * ((0,076)^2 - (0,028)^2) + 3,14 * 0,076 * 0,0008 = 8,03 * 10^{-3} \text{ м}^2;$$

					Арк.
					44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

Площа зовнішньої поверхні труби між двома суміжними ребрами:

$$F_T = \pi * d_H * (u - \delta_{OP}) = 3,14 * 0,028 * (0,012 - 0,0012) = 9,5 * 10^{-4} \text{ м}^2.$$

Площа внутрішньої поверхні труби ребристого елемента:

$$F_B = \pi * d_B * u = 3,14 * 0,02 * 0,012 = 7,5 * 10^{-4} \text{ м}^2,$$

Площа зовнішньої поверхні труби ребристого елемента:

$$F_H = F_P + F_T = 8,03 * 10^{-3} + 9,5 * 10^{-4} = 8,98 * 10^{-3} \text{ м}^2.$$

Коефіцієнт β і міра обрєбрення теплообмінної поверхні φ :

$$\beta = F_H / F_B = 8,98 * 10^{-3} / 7,5 * 10^{-4} = 12,$$

$$\varphi = F_H / (\pi * d_H * u) = 8,98 * 10^{-3} / (3,14 * 0,028 * 0,012) = 8,5.$$

Геометричні характеристики поверхні інею, що осів на ребристому елементі при товщині шаруючи $\delta_{IH} = 0,002 \text{ м}$.

Площа зовнішньої поверхні інею на ребрі рівна:

$$\begin{aligned} F_{PH} &= 0,5 * \pi * ((D + 2 * \delta_{IH})^2 - (d_H + 2 * \delta_{IH})^2) + \pi * (D + 2 * \delta_{IH}) * (\delta_P + 2 * \delta_{IH}) = \\ &= 0,5 * 3,14 * ((0,076 + 2 * 0,003)^2 - (0,028 + 2 * 0,003)^2) + \\ &+ 3,14 * (0,076 + 2 * 0,003) * (0,0008 + 2 * 0,003) = 1,05 * 10^{-2} \text{ м}^2. \end{aligned}$$

Зовнішня поверхня інею на трубі між двома суміжними ребрами має площу:

$$\begin{aligned} F_{TH} &= \pi * (d_H + 2 * \delta_{IH}) * (u - (\delta_{OP} + 2 * \delta_{IH})) = \\ &= 3,14 * (0,028 + 2 * 0,002) * (0,012 - (0,0012 + 2 * 0,002)) = 5,1 * 10^{-4} \text{ м}^2. \end{aligned}$$

Повна площа зовнішньої поверхні інею на ребристому елементі рівна:

$$F_{HH} = F_{PH} + F_{TH} = 0,0105 + 0,00051 = 1,1 * 10^{-2} \text{ м}^2.$$

Коефіцієнт обрєбрення поверхні β'' , покритої інеєм, рівний:

$$\beta'' = F_{HH} / F_B = 1,1 * 10^{-2} / 7,5 * 10^{-4} = 14,7.$$

						Арк.
						45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Мінімальний живий перетин одного ребристого елемента, покритого шаром інею прийнятої величини, рівний:

$$f_{ж} = u \cdot (S_1 - d_H - 2 \cdot \delta_H) - 2 \cdot h \cdot (\delta_{CP.P} + 2 \cdot \delta_H) = \\ = 0,012 \cdot (0,082 - 0,028 - 2 \cdot 0,003) - 2 \cdot 0,024 \cdot (0,001 + 2 \cdot 0,003) = 2,9 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2.$$

Задаємося швидкістю повітря в живому перетині повітроохолоджувача $\omega_B = 4 \text{ м/с}$.

Визначуваний режим руху повітря - число Рейнольдса

$$Re = (\omega_B \cdot d_H) / \nu_B = (4 \cdot 0,028) / 13,28 \cdot 10^{-6} = 8434.$$

Число Нуссельта для труб, виготовлених методом литва під тиском:

$$Nu = (1 - n) \cdot C_Z \cdot C_S \cdot \varphi^{-0,5} \cdot Re^n = (1 - 0,7) \cdot 0,95 \cdot 1 \cdot (8,5)^{-0,5} \cdot 8434^{0,7} = 54,8,$$

Де - $C_S = (S_1 - d_H) / (S_2 - d_H) = (0,082 - 0,028) / (0,082 - 0,028) = 1$ - коефіцієнт, форми пучка

$C_Z = 0,95$ - коефіцієнт, що враховує кількість рядів в пучку уздовж потоку повітря; $n = 0,61 \cdot \varphi^{0,08} = 0,61 \cdot (8,5)^{0,08} = 0,7$, $m = S_2 + \varphi^{-0,48} = 0,085 + (8,5)^{-0,48} = 0,03$.

Конвективний коефіцієнт тепловіддачі на стороні повітря рівний:

$$\alpha_K = \frac{Nu \cdot \lambda_B}{d_H} = \frac{54,8 \cdot 2,44 \cdot 10^{-2}}{0,028} = 47,8 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}},$$

де d_H - визначальний розмір, м.

Коефіцієнт вlagовиделения за цих умов рівний:

$$\xi = 1 + \frac{(d_K'' \cdot \varphi_K - d_H'') \cdot (r - h_H)}{C_B' \cdot (t_K - t_H)} = \\ = 1 + \frac{(3,5 \cdot 10^{-3} \cdot 0,9 - 2,6 \cdot 10^{-3}) \cdot (2835 + 9,2)}{1,02 \cdot (0 - (-4,4))} = 1,35$$

де $r = 2835 \text{ кДж/кг}$ - питома теплота фазового переходу при $t_H < 0^\circ \text{C}$;

$d_H'' = 3,27 \cdot 10^{-3} \text{ кг} / \text{кг}$ - вlagосодержание вологого повітря в пограничному шарі в поверхні інею при $t_H = -4,4^\circ \text{C}$ і відносною вологістю $\varphi = 1$;

$h_H = 2,09 \cdot t_H = 2,09 \cdot (-4,4) = -9,2 \text{ кДж/кг}$ - ентальпія інею;

						Арк.
						46
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$C'_B = 1,009 + 1,87 * d_m = 1,005 + 1,87 * 8,1 * 10^{-3} = 1,02$ кДж/(кгК) – питома теплоємність вологого повітря;

$d_m = 0,5 * (d_k + d_2) = 0,5 * (9,64 + 6,47) * 10^{-3} = 8,1 * 10^{-3}$ кг / кг - влагосодержание повітря при визначальній температурі.

Приведений коефіцієнт тепловіддачі від повітря до зовнішньої поверхні теплопередаючого елемента з врахуванням термічного опору шару інею знайдемо як:

$$\alpha_{PP} = \left(\frac{1}{\alpha_K * \xi} + \frac{\delta_{IH}}{\lambda_{IH}} \right)^{-1} = \left(\frac{1}{47,8 * 1,35} + \frac{0,003}{0,2} \right)^{-1} = 32,8 \frac{Вт}{м^2 \cdot К},$$

де , $\lambda_{IH} = 0,2 Вт / (м * К)$ - коефіцієнт теплопровідності інею.

Коефіцієнт ефективності ребра знайдемо як:

$$E = \frac{th(mh)}{mh} = \frac{th(0,61)}{0,61} = 0,88,$$

де $mh' = \sqrt{\frac{2 * \alpha_{PP}}{\delta_{CP.P} * \lambda_P}} * h' = \sqrt{\frac{2 * 32,8}{0,001 * 180}} * 0,032 = 0,61$ - безрозмірний комплекс,

$\lambda_P = 180 \frac{Вт}{м \cdot К}$ - коефіцієнт теплопровідності матеріалу ребра

$h' = h * (1 + 0,805 * \log(\frac{D}{d_H})) = 0,026 * (1 + 0,805 * \log(\frac{0,076}{0,028})) = 0,032 м$ - умовна висота ребра.

Умовний коефіцієнт тепловіддачі, віднесений до зовнішньої поверхні ребристого елемента:

$$\begin{aligned} \alpha_{PP.H} &= \alpha_{PP} * (F_P * E * \psi * C_K + F_{TP}) / F_H = \\ &= 32,8 * (8,03 * 10^{-3} * 0,88 * 0,97 * 1 + 9,5 * 10^{-4}) / 8,98 * 10^{-3} = 28,5 \frac{Вт}{м^2 * К} \end{aligned}$$

де $\psi = 1 - 0,058 * mh' = 1 - 0,058 * 0,61 = 0,97$ - коефіцієнт, що враховує нерівномірність тепловіддачі по висоті ребра;

C_K - коефіцієнт враховує контактне термічне спротивление між трубою і ребром. Для біметалічної литої поверхні він рівний $C_K = 1$.

						Арк.
						47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Коефіцієнт тепловіддачі при кипінні фреону в трубах апарату:

$$\alpha_o = (103,2 + 0,19 * t_o) * q_B^{0,25} = (103,2 + 0,19 * (-12)) * 3225^{0,25} = 761 \text{ Bm} / (\text{m}^2 * \text{K})$$

де q_B - щільність теплового потоку, отнесеного до внутрішньої поверхні труби:

$$q_B = \alpha_K * \xi * (t_{CP,B} - t_{II}) * \beta^{II} = 47,8 * 1,35 * (-1 - (-4,4)) * 14,7 = 3225 \text{ Bm} / \text{m}^2$$

Коефіцієнт теплопередачі, отнесений до зовнішньої поверхні інею, рівний:

$$K_H^{II} = \left(\frac{1}{\alpha_{PP,H}} + \frac{\varphi * \delta_T}{\lambda_T} + \frac{\beta_{II}}{\alpha_o} \right)^{-1} = \left(\frac{1}{28,5} + \frac{8,5 * 0,0025}{45} + \frac{14,7}{761} \right)^{-1} = 18,25 \frac{\text{Bm}}{\text{m}^2 * \text{K}};$$

віднесений до зовнішньої «сухої» поверхні інею, рівний:

$$K_H = K_H^{II} * \frac{\beta}{\beta^{II}} = 18,25 * \frac{12}{14,7} = 14,9 \frac{\text{Bm}}{\text{m}^2 * \text{K}}$$

Перевіряємо значення раніше прийнятої температури поверхні інею. Розрахункова різниця температур повітря і поверхні інею рівна:

$$\Delta t_p = \frac{q_H}{\alpha_K * \xi} = \frac{201}{47,8 * 1,35} = 3,2^\circ \text{C},$$

де q_H - щільність теплового потоку, віднесеного до зовнішньої поверхні інею, рівна:

$$q_H = K_H^{II} * (t_{CP,B} - t_o) = 18,25 * (-1 - (-12)) = 201 \frac{\text{Bm}}{\text{m}^2}.$$

Відносна погрішність прийнятої і розрахункової різниці температур рівна:

$$\delta = \left| \frac{\Delta t_p - \Delta t}{\Delta t_p} \right| * 100\% = \left| \frac{3,2 - 3,4}{3,2} \right| * 100\% = 6\% < 7\%,$$

де $\Delta t = t_{CP,B} - t_{II} = -1 - (-4,4) = 3,4^\circ \text{C}$ - прийнята різниця температур повітря і поверхні інею.

Визначаємо площу зовнішньої поверхні повітроохолоджувача.

						Арк.
						48
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Приймаю в камері охолодження капусти, буряка та картоплі по одному повітроохолоджувачі:

$$F_{H1} = \frac{Q_0}{K_H * (t_{CP.B} - t_0)} = \frac{36000}{14,9 * (-1 - (-12))} = 220,2 \text{ м}^2$$

$$F_{H2} = \frac{Q_0}{K_H * (t_{CP.B} - t_0)} = \frac{26500}{14,9 * (-1 - (-12))} = 162,2 \text{ м}^2$$

$$F_{H3} = \frac{Q_0}{K_H * (t_{CP.B} - t_0)} = \frac{21500}{14,9 * (-1 - (-12))} = 131,2 \text{ м}^2$$

Об'ємна витрата повітря через повітроохолоджувач:

$$V_{B1} = Q_0 / [\rho_B * (h_1 - h_2) * 10^3] = 36000 / [1,293 * (9,64 - 6,47) * 10^3] = 8,78 \text{ м}^3 / \text{с} = 31608 \text{ м}^3 / \text{ч}$$

$$V_{B2} = Q_0 / [\rho_B * (h_1 - h_2) * 10^3] = 26500 / [1,293 * (9,64 - 6,47) * 10^3] = 6,24 \text{ м}^3 / \text{с} = 22464 \text{ м}^3 / \text{ч}$$

$$V_{B3} = Q_0 / [\rho_B * (h_1 - h_2) * 10^3] = 21500 / [1,293 * (9,64 - 6,47) * 10^3] = 5,24 \text{ м}^3 / \text{с} = 18883 \text{ м}^3 / \text{ч}$$

Мінімальний живий перетин повітроохолоджувача з інеєм на теплообмінній поверхні:

$$F_{Ж1} = V_{B1} / \omega_B = 8,78 / 4 = 2,195 \text{ м}^2$$

$$F_{Ж2} = V_{B2} / \omega_B = 6,24 / 4 = 1,56 \text{ м}^2$$

$$F_{Ж3} = V_{B3} / \omega_B = 2,5 / 4 = 1,31 \text{ м}^2$$

Площа фронтального перетину повітроохолоджувача:

$$F_{\phi1} = F_{Ж1} * (S_1 * u) / f_{Ж} = 2,195 * (0,085 * 0,012) / 2,9 * 10^{-4} = 7,72 \text{ м}^2$$

$$F_{\phi2} = F_{Ж2} * (S_1 * u) / f_{Ж} = 1,56 * (0,085 * 0,012) / 2,9 * 10^{-4} = 5,49 \text{ м}^2$$

$$F_{\phi3} = F_{Ж3} * (S_1 * u) / f_{Ж} = 1,31 * (0,085 * 0,012) / 2,9 * 10^{-4} = 4,61 \text{ м}^2$$

Орієнтовні геометричні розміри теплообмінної секції повітроохолоджувача:

Ширина:

$$H'_1 = (F_{\phi1} / n)^{0,5} = (7,72 / 1)^{0,5} = 2,78 \text{ м}$$

$$H'_2 = (F_{\phi2} / n)^{0,5} = (5,49 / 1)^{0,5} = 2,32 \text{ м}$$

$$H'_3 = (F_{\phi3} / n)^{0,5} = (4,61 / 1)^{0,5} = 2,15 \text{ м}$$

Довжина:

						Арк.
						49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$L'_1 = H'_1 * n = 2,78 * 1 = 2,78 м$$

$$L'_2 = H'_2 * n = 1,25 * 1 = 1,25 м$$

$$L'_3 = H'_3 * n = 1,15 * 1 = 1,15 м$$

Орієнтовне число труб у фронтальному перетині пучка:

$$Z_{П1} = H' / S_1 = 2,78 / 0,085 = 32,7 = 33 шт$$

$$Z_{П2} = H' / S_1 = 1,25 / 0,085 = 14,7 = 15 шт$$

$$Z_{П3} = H' / S_1 = 1,15 / 0,085 = 13,6 = 14 шт$$

Число труб впоперек потоку повітря округлюємо до цілого значення.

Ширина:

$$H_1 = Z_{П1} * S_1 = 33 * 0,085 = 2,8 м$$

$$H_2 = Z_{П2} * S_1 = 15 * 0,085 = 1,275 м$$

$$H_3 = Z_{П3} * S_1 = 14 * 0,085 = 1,19 м$$

Довжина:

$$L_1 = F_{\phi 1} / H_1 = 7,72 / 2,8 = 2,76 м$$

$$L_2 = F_{\phi 2} / H_2 = 5,49 / 1,275 = 4,31 м$$

$$L_3 = F_{\phi 3} / H_3 = 4,61 / 1,19 = 3,87 м$$

Число ребристих елементів у фронтальному перетині повітроохолоджувача:

$$n_{ж1} = F_{ж1} / f_{ж} = 2,195 / 2,9 * 10^{-4} = 7569 шт$$

$$n_{ж2} = F_{ж2} / f_{ж} = 1,56 / 2,9 * 10^{-4} = 5380 шт$$

$$n_{ж3} = F_{ж3} / f_{ж} = 1,31 / 2,9 * 10^{-4} = 4517 шт$$

Площа сухої зовнішньої поверхні одного ряду труб у фронтальному перетині повітроохолоджувача:

$$F_{H1} = f_H * n_{ж} = 8,98 * 10^{-3} * 7569 = 68 м^2$$

$$F_{H2} = f_H * n_{ж2} = 8,98 * 10^{-3} * 5380 = 48 м^2$$

$$F_{H3} = f_H * n_{ж3} = 8,98 * 10^{-3} * 4517 = 41 м^2$$

Орієнтовне число труб по ходу повітря в повітроохолоджувачі:

						Арк.
						50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$Z_{\text{ПП}^1} = F_H / F_{H1} = 220 / 68 = 3,24 \text{ м}$$

$$Z_{\text{ПП}^2} = F_H / F_{H2} = 162 / 48 = 3,375 \text{ м}$$

$$Z_{\text{ПП}^3} = F_H / F_{H3} = 131,2 / 41 = 3,2 \text{ м}$$

Розрахункові параметри теплообмінної секції повітроохолоджувача
сумарна довжина труб апарату:

$$\Sigma L_1 = L * Z_{\text{П1}} * Z_{\text{ПП}^1} = 1,5 * 33 * 4 = 198 \text{ м}$$

$$\Sigma L_2 = L * Z_{\text{П2}} * Z_{\text{ПП}^2} = 1,5 * 15 * 4 = 90 \text{ м}$$

$$\Sigma L_3 = L * Z_{\text{П3}} * Z_{\text{ПП}^3} = 1,5 * 14 * 4 = 84 \text{ м}$$

площа зовнішньої поверхні:

$$F_{\text{Д1}} = \Sigma L_1 * \pi * d_{\text{ВН}} * \beta = 198 * 3,14 * 0,02 * 12 = 149 \text{ м}^2$$

$$F_{\text{Д2}} = \Sigma L_2 * \pi * d_{\text{ВН}} * \beta = 90 * 3,14 * 0,02 * 12 = 68 \text{ м}^2$$

$$F_{\text{Д3}} = \Sigma L_3 * \pi * d_{\text{ВН}} * \beta = 84 * 3,14 * 0,02 * 12 = 63 \text{ м}^2$$

глибина секції;

$$B = S_2 * Z_{\text{ПП}} = 0,085 * 4 = 0,34 \text{ м}$$

По Графікам Н-V напірно-витратних характеристик вентиляторів
ВО-12-303-6,3 забезпечуюча розрахункова витрата повітря $V_B = 2,5 \text{ м}^3 / \text{с} * 2$
при фіксованому натиску $H=125 \text{ Па}$ $N = 0,55 \text{ кВт} * 2$

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					51

7. Розрахунок повітряного конденсатора

Для конденсатора з повітряним охолодженням приймаємо конструкцію з пластичастим орєбренням, рис.3

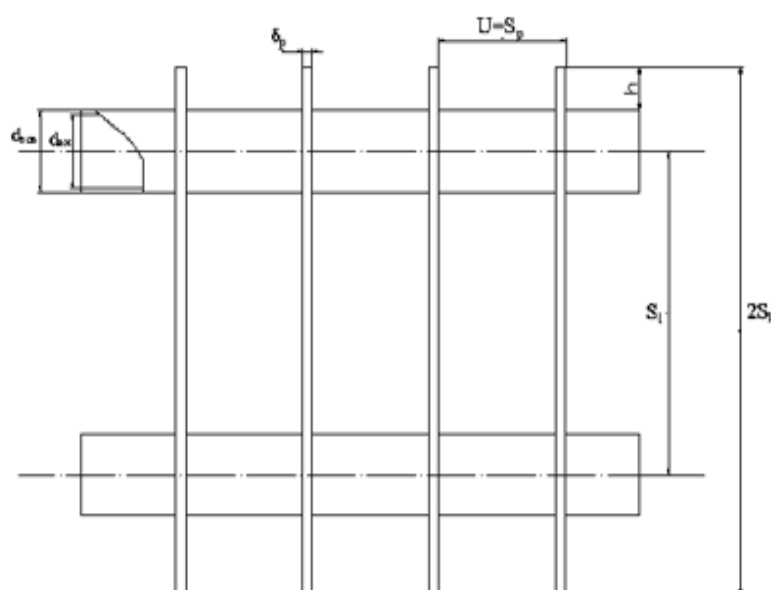


Рисунок 7.1. Теплообмінна секція

Визначаємо вихідні дані для розрахунку

- теплове навантаження $Q_k=37,4$ кВт
- температура конденсації $t_k=40$ °С
- холодильний агент R404 а
- розрахункова температура зовнішнього повітря $t_{зовн}=30$ °С
- відносна вологість зовнішнього повітря $\phi=50\%$
- основні розміри елементів орєбреної поверхні
- зовнішній діаметр труби $d_{зовн}=0.015$ м
- внутрішній діаметр труби $d_{вн}=0.013$ м
- ребра пластинчаті алюмінієві
- шаг ребер $S_p=0.004$ м
- товщина ребер $\delta_p=0.0004$ м
- умовна висота ребра $h_p=0.028$ м
- крок труби по фронту повітря $S_1=0.028$ м
- крок труби по фронту повітря $S_2=0.028$ м

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

- Матеріал труб - мідь (Cu)
- матеріал ребер - алюміній (Al)
- розташування труб у пучку – коридорне
- характеристики труб обрано за даними виробника Flincoil

Задаємося різницею температур повітря на вході 30 °С, та на виході з конденсатора 36 °С

$$\Delta t = 36 - 30 = 30 \text{ °С}$$

1. Визначаємо логарифмічну різницю температур:

$$\Theta = \frac{\Delta t}{\ln\left(\frac{t_k - t_n}{\Delta t}\right)} = \frac{30}{\ln\left(\frac{10}{30}\right)} = 6.55$$

Визначаємо середнє значення температури:

$$t_{п.сер.} = (\Delta t + t_n) / 2 = (36 + 30) / 2 = 33 \text{ °С}$$

Густина $\rho = 1.102 \text{ кг/м}^3$

Теплоємність $c_p = 1.007 \text{ кДж/кг}$

$$\nu_{пар} = (13.45 + 0.0885 \cdot t_{п.сер} + 0.00013 \cdot t_{п.сер}^2) \cdot 10^{-6} = (13.45 + 0.0885 \cdot 33 + 0.00013 \cdot 33^2) \cdot 10^{-6} = 1.637 \cdot 10^{-5}$$

коефіцієнт теплопровідності повітря при температурі 36 °С

$$\lambda_{п} = 0.024 + 0.8 \cdot 10^{-4} \cdot t_{п.сер} = 0.024 + 0.8 \cdot 10^{-4} \cdot 36 = 0.027 \text{ Вт/(м·К)}$$

Масова витрата повітря складає:

$$G_{п} = Q_k / c_p \cdot \Delta t = 37.4 / 1.007 \cdot 36 = 1.03 \text{ кг/с}$$

Обємна витрата повітря складає:

$$V_{п} = G_{п} / \rho = 2.152 / 1.102 = 0.94 \text{ м}^3/\text{с}$$

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		53

2. Визначаємо площу живого перерізу апарата, для чого попередньо приймаємо швидкість повітря $\omega=6$ м/с

$$F_{ж} = V_{п}/\omega = 0,94/6 = 0.16$$

Визначаємо площу зовнішньої теплообмінної поверхні 1 м. труби
Поверхня труби між ребрами, розрахована для 1 м. довжини оребреної труби:

$$F_{тр} = \pi \cdot d_{зов} \cdot (1 - \delta_p / S_p) = 3.14 \cdot 0.015 \cdot (1 - 0.0004 / 0.004) = 0.042 \text{ м}^2/\text{м}$$

Поверхня ребер, розрахована для 1 м довжини оребреної труби:

$$F_p = 2 \cdot (S_1 - \pi d_{зов}^2 / 4) \cdot 1 / S_p = 2 \cdot (0.028 - \pi \cdot 0.015^2 / 4) \cdot 1 / 0.028 = 0.304 \text{ м}^2/\text{м}$$

3. Зовнішня поверхня оребреної труби довжиною 1 м.

$$F_3 = F_{тр} + F_p = 0.042 + 0.304 = 0.346 \text{ м}^2/\text{м}$$

Зовнішня поверхня 1 м. гладкої труби:

$$F_0 = \pi \cdot d_{зов} = 3.14 \cdot 0.015 = 0.047 \text{ м}^2/\text{м}$$

4. Еквівалентний діаметр міжтрубної-ребристої ячейки для проходження повітря:

$$d_e = \frac{2 \cdot (S_1 - d_{зов}) \cdot (S_p - \delta_{вн})}{(S_1 - d_{зов}) + (S_p - \delta_{вн})} = \frac{2 \cdot (0.028 - 0.015) \cdot (0.004 - 0.0004)}{(0.028 - 0.015) + (0.004 - 0.0004)} = 5.64 \cdot 10^{-3}$$

Приймаємо кількість паралельних секцій $a=4$ і розраховуємо довжину пластин по ходу повітря.

						Арк.
						54
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5. Довжина в напрямі потоку повітря:

a - кількість рядів труб в заданому напрямі, 4

$$L=S_1 \cdot a=0.028 \cdot 4=0.112 \text{ м}$$

6. Визначаємо число Рейнольдса і характер руху повітря:

$$Re= \omega \cdot d_e / \nu= 6 \cdot 5.64 \cdot 10^{-3} / 1.637 \cdot 10^{-5}=2066$$

Знаходимо коефіцієнти:

$$c_H=0.518-0.02315 \cdot (L/d_e)+0.425 \cdot 10^{-3} \cdot (L/d_e)^2-3 \cdot 10^{-6} \cdot (L/d_e)^3 \cdot (1.36-0.24 \cdot R/1000)=$$
$$0.518-0.02315 \cdot (0.112/5.64 \cdot 10^{-3})+0.425 \cdot 10^{-3} \cdot (0.112/5.64 \cdot 10^{-3})^2-3 \cdot 10^{-6} \cdot (0.112/5.64 \cdot 10^{-3})^3 \cdot (1.36-0.24 \cdot 2066/1000)=0.169$$

$$n=0.45+0.0066 \cdot L/d_e=0.45+0.0066 \cdot 0.112/5.64 \cdot 10^{-3}=0.581$$

$$m=-0.028+0.08 \cdot R/1000=-0.028+0.08 \cdot 2066/1000=0.137$$

$$N= c_H \cdot R^n \cdot (L/d_e)^m= 0.169 \cdot 2066^{0.581} \cdot (0.112/5.64 \cdot 10^{-3})^{0.137}=21.48$$

коефіцієнт тепловідачі з боку повітря:

$$\alpha_k=N \cdot \lambda_{п}/d_e= 21.48 \cdot 0.027/5.64 \cdot 10^{-3}=101.5 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{К}$$

7. Визначаємо коефіцієнт тепловідачі з боку повітря віднесений до повної оребреної поверхні труби:

λ - коефіцієнт теплопровідності, 217 Вт/м·К

$$m_1 = \sqrt{\frac{2 \cdot \alpha_k}{\lambda \cdot \delta_p}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 101.5}{217 \cdot 0.004}} = 48.36$$

$$\rho_1 = 1.28 \cdot \frac{S_1}{d_{зоб}} \left(\sqrt{\frac{S_1}{S_2}} - 0.2 \right) = .28 \cdot \frac{0.028}{0.015} \left(\sqrt{\frac{0.028}{0.028}} - 0.2 \right) = 1.911$$

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		55

Умовна висота ребра:

$$h_p = 0.5 \cdot d_{\text{зов}}(\rho_1 - 1) \cdot (1 + 0.35 \cdot \ln(\rho_1)) = 0.5 \cdot 0.015(1.911 - 1) \cdot (1 + 0.35 \cdot \ln(1.911)) = 0.00838 \text{ м}$$

8. Коефіцієнт ефективності ребра:

$$\Sigma_p = \frac{th(m_1 \cdot h_p)}{m_1 \cdot h_p} = \frac{th(48.36 \cdot 0.00838)}{48.36 \cdot 0.00838} = 98.83 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{К}$$

Визначаємо щільність теплового потоку з боку поверхні до повітря, віднесений до зовнішньої поверхні апарата. Для визначення опору мастильного забруднення:

$$\lambda_m = 0.12 \text{ Вт/м} \cdot \text{К}, \delta_m = 0.0005 \text{ м}$$

Дані на трубу:

$$\lambda_{\text{тр}} = 384 \text{ Вт/м} \cdot \text{К}, \delta_{\text{тр}} = 0.001 \text{ м}$$

$$\theta_{\text{пл}} = 1$$

$$q_{jn} = \frac{\Theta_{n1}}{\left(\frac{1}{\alpha_{\text{н.прив.}}} \right) + \left(\frac{\delta_{mp}}{\lambda_{mp}} + \frac{\delta_m}{\lambda_m} \right) \left(\frac{F_p - F_{mp}}{F_o} \right)} = \frac{1}{\left(\frac{1}{98.83} \right) + \left(\frac{0.001}{384} + \frac{0.0005}{0.12} \right) \left(\frac{0.304 - 0.042}{0.047} \right)} = 24.54$$

$$\text{Вт/м}^2$$

9. Коефіцієнт тепловідачі від холодильного агента R404a до внутрішньої поверхні труби. Властивості R404a при 40 °C:

$$\text{теплота конденсації } r = 33.8 \text{ кДж/кг}$$

$$\text{густина рідини } \rho_p = 1252 \text{ кг/м}^3$$

$$\text{коефіцієнт теплопровідності } \lambda = 0.064 \text{ Вт/м} \cdot \text{К}$$

$$\text{коефіцієнт динамічної вязкості } \mu = 1.59 \cdot 10^{-4} \text{ Па} \cdot \text{с}$$

$$\Delta_i = 129.3 \cdot 10^3 \text{ тоді,}$$

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		56

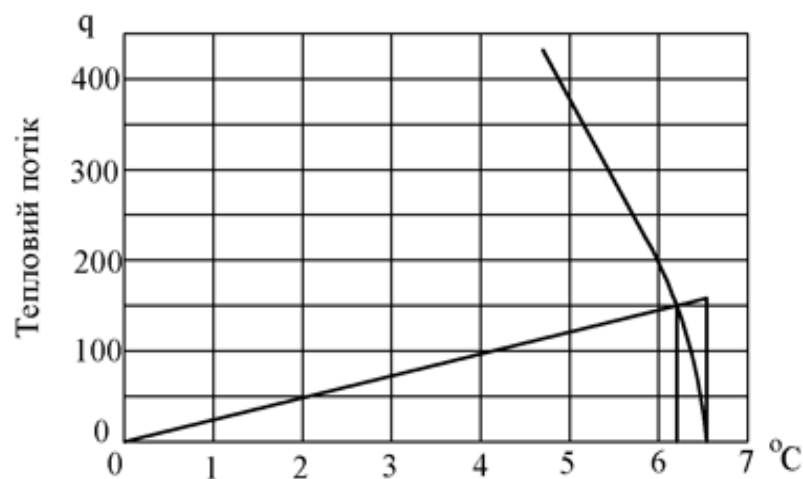
10. Питомий тепловий потік від агента до зовнішньої поверхні $q_{af_{BH1}}$
 Внутрішня поверхня труби довжиною 1м.

$$F_{BH} = \pi \cdot d_{BH} = 3.14 \cdot 0.013 = 0.041 \text{ м}^2$$

Визначаємо щільність теплового потоку з боку агента, віднесену до зовнішнього поверхні $q_{af_{BH1}}$:

$$q_{af_{BH1}} = \alpha_a \cdot \theta_a \cdot F_{BH} / F_{зОВН} = 2211 \cdot 1(0.0408/0.305) = 261,5 \theta^{0.75}$$

11. Вирішуємо з графічного рівняння $q_{af_{BH1}} = 261,5 \theta^{0.75}$ та $q_{F_{ЗП}} = 23.2(6.55 - \theta_a)$ і визначаємо щільність теплового потоку $q_{F_{ЗОВ}}$ та температурні напори з боку агента і з боку повітря. При побудові графіка спочатку викладаємо на осі ординат масштабне значення логарифмічного напору і будуємо з початку координат лінійну залежність $q_{F_{ЗП}} = 21.6 \cdot \theta_{п}$



12. Визначаємо зовнішню поверхню:

$$F_{ЗН} = Q_k / q_{F_{ЗП}} = 37400 / 141,7 = 163.87 \text{ м}^2$$

					Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	57

Сумарна довжина труб в апараті:

$$\Sigma L = F_{\text{зн}} / F_{\text{зтр}} = 163.87 / 0.345 = 474,5 \text{ м}$$

$$F_{\text{жр}} = (S_1 - d_3)(S_p - \delta_p) = (0.028 - 0.015)(0.004 - 0.001) = 0.000039 \text{ м}^2$$

13. Визначаємо кількість оребрених елементів у фронтальному перетині апарата:

$$n_{\text{ре}} = F_{\text{ж}} / F_{\text{жр}} = 0.325 / 0.000039 = 8333$$

Визначаємо сумарну довжину труб у фронтальному перетині пучка

$$L_{\text{ф}} = S_p \cdot n_{\text{ре}} = 0.004 \cdot 8333 \text{ м}$$

14. Визначаємо площу вільного фронтального перетину апарата на вході повітря:

$$S_{\text{ф}} = F_{\text{ж}} \cdot S_1 \cdot S_p / F_{\text{жр}} = 0.325 \cdot 0.028 \cdot 0.004 / 0.000039 = 0.933 \text{ м}^2$$

Компресорно-конденсаторний агрегат BITZER LH135/44CC-12.2 укомплектовується повітряним конденсатором з двома вентиляторами потужністю 1,05 кВт кожний. Витрата повітря становить $V_B = 3,9 \text{ м}^3 / \text{с}$.

						Арк.
						58
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

8. Розрахунок діаметрів трубопроводів

Для рідкого холодильного агента рекомендована швидкість (0,5-1,5) м/с.

Прийmemo швидкість 1 м/с

G - Масова витрата холодильного агента

ρ - щільність відкого холодильного агента

V - швидкість щільного холодильного агента

$\rho=638$ кг/м³, V=1 м/с

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot G}{\rho \cdot V \cdot \pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0.227}{638 \cdot 1 \cdot 3.14}} = 0.021 \text{ м}$$

Для парообразного холодильного агента рекомендована швидкість для горизонтального трубопровода не менше 10 м/с. для вертикальних (12) м/с

Вертикальний участок

$\rho_1=3.46$ кг/м³, V₁=12 м/с

$$d_1 = \sqrt{\frac{4 \cdot G}{\rho_1 \cdot V_1 \cdot \pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0.227}{3.46 \cdot 12 \cdot 3.14}} = 0.083 \text{ м,}$$

тоді при V₂=10 м/с

$$d_2 = \sqrt{\frac{4 \cdot G}{\rho_1 \cdot V_2 \cdot \pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0.128}{3.46 \cdot 10 \cdot 3.14}} = 0.091 \text{ м}$$

Участок на нагнітанні

$\rho_2=26$ кг/м³

$$d_2 = \sqrt{\frac{4 \cdot G}{\rho_2 \cdot V_2 \cdot \pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0.227}{26 \cdot 10 \cdot 3.14}} = 0.034 \text{ м}$$

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		59

9. Охорона праці

Охорона праці - це система законодавчих актів, соціально - економічних, організаційних, технічних, гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів і засобів, що забезпечують безпеку, збереження здоров'я й працездатності людини в процесі праці. Повністю безпечних і нешкідливих виробництв не існує. Завдання охорони праці - звести до мінімуму ймовірність поразки або захворювання працюючі з одночасним забезпеченням комфорту при максимальній продуктивності праці. Реальні виробничі умови характеризуються, як правило, наявністю деяких небезпечних і шкідливих факторів.

Хладонові холодильні установки підрозділяють на 2 групи залежно від годинного обсягу , описувано поршнями компресора. При розташування в приміщенні декількох однакових компресорів (по холодопродуктивності група визначається по V_h одного компресора. У нашому випадку $V_h=0,04 \text{ м}^3/\text{з}$, віднесемо установку до групи В.

Трубопроводи холодильних установок офарблюють у кольори, що відповідає їхньому призначенню:

- усмоктувальний - у синій;
- нагнітаючий - у червоний;
- рідинні - срібlistий.

Класифікація виробництва по ступені вибухонебезпечної й пожежної небезпеки.

По пожежної, вибухонебезпечної небезпеки приміщення холодильної станції стаяться до категорії Д. Дане приміщення ставиться категорії П-III з підвищеною небезпекою поразки електричним струмом.

Властивості фреону-404а

Хладон 404а. Температура кипіння при атмосферному тиску становить – 29,8 °С.

Хладон 404а важкий, безбарвний газ із дуже слабким специфічним запахом, що відчувається при зміні хладона в повітрі більше 20% від обсягу. Гранично

						Арк.
						60
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

припустима концентрація пар R 404a в повітрі виробничих приміщень дорівнює 3000 м²/м³. R 404a не горить, у суміші з повітрям не запалюється й не вибухає. Але при зіткненнями з нагрітими поверхнями або при наявності відкритого полум'я хладон розкладається. З утворенням токсичних речовин, утвориться водень і невелика кількість фторофосгена. Продукти розкладання не мають запаху, кольори й це збільшує небезпеку отруєння R 404a, що вимагає підвищеної герметичності системи холодильних установок.

Обслуговуючий персонал холодильної установки повинен уміти надавати першу допомогу потерпілим при отруєнні й поразці холодоагентом.

При удушенні, викликаній нестатком кисню в приміщенні, заповненому газоподібним фреоном, необхідно негайно вивести потерпілого на свіже повітря. Рекомендується питво (міцний солодкий чай, кава, лимонад), вдихання кисню протягом 30-45 хвилин. У випадку припинення подиху варто робити штучне дихання до приходу лікаря.

При влученні фреону в очі їх промивають струменем води кімнатної температури під невеликим тиском і закопують в очі стерильне вазелінове масло, після чого необхідно негайно звернутися до лікаря.

До постачання питною водою висувають наступні вимоги: температура води повинна бути 20-28°C, не повинна містити в собі шкідливих домішок.

Техніка безпеки при експлуатації встаткування. Робота компресорного встаткування пов'язана з виникненням небезпечних і шкідливих факторів, обумовлених наявністю в компресора частин, що рухаються, і високого тиску. Для безпечної експлуатації компресорів необхідно, головним чином, забезпечити їхню герметичність, раціональне змащення й достатнє охолодження. Кожний поршневий компресор повинен бути обладнаний запобіжним клапаном, установленим на лінії нагнітання. Запобіжні клапани (а так само запобіжні розривні пристрої) використовують для захисту установок від підвищення в них тиску вище межі, установленими правилами техніки безпеки. У посудинах і трубопроводах, призначених для різних рідин і газоподібних агресивних і неагресивних середовищ

						Арк.
						61
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

із температурами 223 - 873 К и тиском до 32 Мпа застосовують запобіжні клапани прямої дії (пружинні й важільно-вантажні).

Виконаємо розрахунок запобіжного клапана. Клапан підбирається по величині площі перетину клапана, що дорівнює найменшій площі перетину в проточній частині -Р и за значенням коефіцієнт витрати газу для даної конструкції клапана - а, що

визначається виготовлювачем, [7]:

$$F \cdot \alpha = \frac{G}{B \sqrt{2\rho(p_1 - p_2)}} \quad (9.1)$$

де: G - масова витрата газу через запобіжний клапан - G=0,6...1 кг/з, приймаємо рівним 0,7 кг/з;

μ - коефіцієнт витрати приймаємо 0,75

p_1 і p_2 -максимальний абсолютний тиск перед клапаном і за ним, Па,

p_1 приймається на 15 % більше розрахункового, отже для проектованої установки $p_1 = 1,15 \cdot 1,2 \cdot 10^6 \text{ Па} = 1,38 \cdot 10^6 \text{ Па}$; p_2 приймаємо рівним атмосферному ($0,1 \cdot 10^6 \text{ Па}$), тому що газ при виході із клапана буде попадати безпосередньо в атмосферу;

ρ - щільність середовища при тиску p_1 і температурі перед клапаном ($t=98 \text{ }^\circ\text{C}$), $\rho=52,83 \text{ кг/м}^3$; [1, т.24]

У - коефіцієнт розширення стікаючого струменя, приймаємо рівним $B=0,476$ [1, т.25].

$$F = \frac{0,6}{0,75 \cdot 0,476 \sqrt{2 \cdot 75,5(1,4 \cdot 10^6 - 0,1 \cdot 10^6)}} = 9,76 \cdot 10^{-5} \text{ м}^2$$

$$d = \sqrt{\frac{4F}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 9,67 \cdot 10^{-5}}{3,14}} = 1,1 \text{ мм}$$

Приймаємо $d_y=15 \text{ мм}$

					Арк.
					62
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

Правила безпечної експлуатації посудин, що працюють під тиском посудина, що працює під тиском - герметично закрита ємність, призначена для проведення хімічних і теплових процесів.

На всі посудини й апарати холодильних установок незалежно від виду застосовуваного холодоагенту поширюються Правила пристрою й безпечної експлуатації посудин, що працюють під тиском, затверджені Гостехнадзором.

Найбільш частими причинами аварій і вибухів посудин, що працюють під тиском, є перевищення гранично припустимого тиску, порушення температурного режиму, втрата посудиною механічної міцності, порушення технологічного режиму роботи. Недостатня кваліфікація обслуговуючого персоналу й відсутність необхідного технологічного нагляду.

Будь-які посудини, що працюють під тиском, виготовляють на підприємствах, що розташовують відповідною технічною базою й мають дозволом інспекції Гостехнадзора на їхнє виготовлення.

Всі посудини, що працюють під тиском, до їхнього пуску в роботу повинні бути зареєстровані в органах Гостехнадзора. Посудини, що працюють під тиском, повинні піддаватися технічним оглядам: внутрішньому огляду й гідравлічним випробуванням. На посудинах холодильних установок гідравлічні випробування дозволяється замінити пневматичними на пробний тиск. Внутрішній огляд посудин холодильних установок

через їхню конструкцію замінюється пневматичними випробуваннями. Об проведені випробування роблять запис у паспорт посудини.

Електробезпе́чність устаткування.

Електробезпе́чність - це система організаційних і технічних заходів і засобів, що забезпечують захист людей від шкідливого й небезпечного впливу електричного струму, електричної дуги, електромагнітного поля й статичної електрики. Основними мірами захисту від поразки електричним струмом є: забезпечення неприступності струмоведучих частин, що перебувають під напругою, для випадкового дотику; електричний поділ мережі; усунення небезпеки

						Арк.
						63
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

поразки з появою напруги на корпусах, кожухах і інших частинах електроустановки, що досягається застосуванням малих напруг, використанням подвійної ізоляції, вирівнюванням потенціалу, захисним заземленням, зануленням, відключенням і ін.; застосування спеціальних електрозахисних засобів - переносних приладів і пристосувань; організація безпечної експлуатації електроустановок.

Класифікація приміщень по ступені поразки електричним струмом

Всі приміщення діляться по ступені поразки людей електричним струмом на три класи:

1. без підвищеної небезпеки
2. с підвищеною небезпекою
3. особливо небезпечні

Приміщення без підвищеної небезпеки - це сухі, беспильні приміщення з нормальною температурою повітря й з ізолюючими (наприклад, дерев'яними) підлогами, тобто в які відсутньої умови, властиві приміщенням з підвищеною небезпекою й особливо небезпечним.

Приміщення з підвищеною небезпекою характеризуються наявністю одного з наступних п'яти умов, що створюють підвищену небезпеку:

вогкості, коли відносна вологість повітря довгостроково перевищує 75%; такі приміщення називають сирими;

високої температури, коли температура повітря довгостроково (понад добу) перевищує +35 °С; такі приміщення називають жаркими;

струмопровідного пилу, коли за умовами виробництва в приміщеннях виділяється те до провідний технологічний пил (наприклад, вугільна, металева, і т.п.) у такій кількості, що вона осідає на проводах, проникає усередину машин, апаратів т т.п.; такі приміщення називають курними зі струмопровідним пилом; струмопровідних підлог металевих, земляних, залізобетонних, цегельних і т.п.;

									Арк.
									64
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

можливості одночасного дотику людини з маючого з'єднання із землею металоконструкціям будинків, технологічним апаратам, механізмам і т.п., з одного боку, і до металевих корпусів електроустаткування - з іншої.

Приміщення особливо небезпечні характеризуються наявністю одного з наступних трьох умов, що створюють особливу небезпеку:

особливої вогкості, коли відносна вологість повітря близька до 100% (стіни, підлога й предмети, що перебувають у приміщенні, покриті вологою); такі приміщення називають особливо сирими;

хімічно активного або органічного середовища, тобто приміщення, у яких постійно або протягом тривалого часу втримуються агресивні пари, гази, рідини, що утворюють відкладення або цвіль, що діють руйнуючі на ізоляцію й струмоведучі частини електроустаткування; такі приміщення називають приміщеннями з хімічно активним або органічним середовищем;

одночасної наявності двох або більше умов, властивих приміщенням з підвищеною небезпекою.

Класифікація встаткування по ПУЕ.

ПУЕ регламентує пристрій електроустаткування у виробничих приміщеннях і для зовнішніх технологічних установок. Вибір і установку електроустаткування роблять відповідно до цих правил на основі класифікації вибухонебезпечних зон і сумішей.

Зона класу В-1. До неї відносять приміщення, у яких можуть утворюватися вибухонебезпечні суміші пар і газів з повітрям при нормальних умовах роботи

Зона класу В-1а, У цю зону входять приміщення, у яких вибухонебезпечні суміші не утворюються при нормальних умовах експлуатації встаткування, але можуть утворитися при аваріях або несправностях.

Зона класу В-1б. До цього класу відносять:

а) приміщення, у яких можуть утримуватися горючі пари й гази з високою нижньою межею запалення (15% і більше), що володіють різким заходом

						Арк.
						65
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

б) приміщення, у яких можливе утворення лише локальних вибухонебезпечних сумішей в обсязі менш 5% приміщення.

Зона класу В-1м У цю зону входять зовнішні установки, у яких перебувають вибухонебезпечні гази, пари й ЛВЖ

Зона класу В-П, До неї відносять приміщення, у яких виробляється обробка горючих пилив і волокон, здатних утворювати вибухонебезпечні суміші з повітрям при нормальних режимах роботи.

Зона класу В-Па. У цю зону входять приміщення, у яких вибухонебезпечні пылевоздушные суміші можуть утворюватися в результаті аварій і несправностей.

Приміщення й установки, у яких утримуються ГЖ і горючі пили, нижня концентраційна межа яких вище 63г/м^3 , відносять до пожароопасним і класифікують у такий спосіб.

Зона класу П-1. До неї відносять приміщення, у яких утримуються ГЖ.

Зона класу П-П. У цю зону входять приміщення, у яких утримуються горючі пили з нижньою концентраційною межею вище 65г/м^3 .

Зона класу П-Па. До неї відносять приміщення, у яких утримуються тверді горючі речовини, не здатні переходити у зважений стан.

Установки класу П-Ш. До них відносять зовнішні установки, у яких утримуються ГЖ (з температурою спалаху вище 61°C) або тверді горючі речовини.

Устаткування по класифікації вибухонебезпечні зони сумішей ставиться до зони класу В-1б (б)

Електробезпе́чність устаткування.

Електробезпе́чність - це система організаційних і технічних заходів і засобів, що забезпечують захист людей від шкідливого й небезпечного впливу електричного струму, електричної дуги й електромагнітного поля.

Приміщення машинного відділення по ступені небезпеки поразки електричним струмом відносно до приміщень із підвищеною безпекою. Електричним струмом ставляться до приміщень із підвищеною безпекою. В

						Арк.
						66
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

машинному відділенні є струмопровідні підлоги й досить тісно розташована технологічне встаткування.

До основних технічних засобів, що забезпечують безпека робіт в електроустановках, відносять: захисне заземлення, занулення, вирівнювання потенціалів, захисне відключення, електричне поділ мережі, застосування малої напруги, огороження й блокування, ізоляцію струмоведучих частин, застосування підвищеної частоти, електрозахисні засоби.

Використання цих засобів у різних сполученнях дозволяє забезпечити захист людей від дотику до струмоведучих частин, від небезпечного переходу напруги на неструмоведучі частини, від крокових напруг і т.п.

Найчастіше використовують захисне заземлення. Захисним заземленням називають навмисне електричне з'єднання із землею або її еквівалентом металевих неструмоведучих частин, які можуть виявитися під напругою. Воно призначено для усунення поразки електричним струмом у випадку дотику до неструмоведучих металевих частин електроустановки, оказавшись під напругою.

Гранично припустимий опір заземлення в електроустановках з напругою до 1000 У не повинне перевищувати 4 Ом у будь-який час року (R4 Ом). При цьому струм, що проходить через тіло людини < 0.05 А. [2]

Вибираємо тип і геометричні розміри заземлень: контурне - $l = 2\text{м}$; $d = 40$ мм. Відстань між вертикальними заземленнями вибираємо рівним

$$L = 1 \text{ м.}$$

Визначаємо розрахунковий питомий опір ґрунту:

$$\rho_{\text{расч.}} = \rho_{\text{физ.}} \cdot \psi, \text{ де} \quad (9.2)$$

$$\rho_{\text{физ.}} = 80 \text{ Ом} - \text{питомий опір ґрунту}; [1]$$

$$\psi = 2 - \text{кліматичний коефіцієнт.} [1]$$

$$\rho_{\text{расч.}} = \rho_{\text{физ.}} \cdot \psi = 2 \cdot 80 = 160 \text{ Ом} \cdot \text{м}$$

$R_{\text{стр.}}$ - опір одного вертикального заземлителя з урахуванням опору ґрунту.

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		67

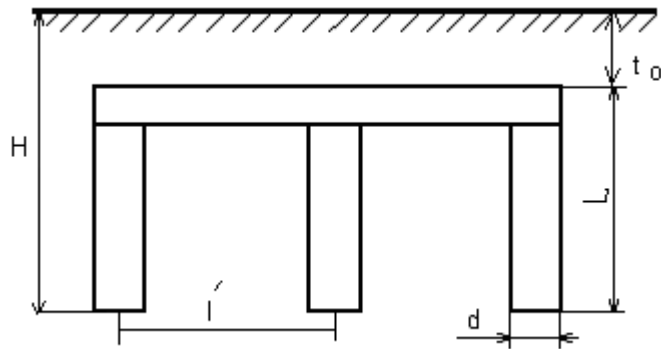


рис. 10.1

$$R_{стр.} = \frac{\rho_{расч.}}{2 \cdot \pi \cdot l} \left(\ln \frac{2 \cdot l}{d} + \frac{1}{2} \ln \frac{4H + l}{4H - l} \right), \text{ Ом} \quad (9.2)$$

$$d = 40 \text{ мм}, \quad l = 2 \text{ м}, \quad t_0 = 1, \quad H = L/2 + t_0 = 1.5 \text{ м}$$

$$R_{стр.} = \frac{160}{2 \cdot \pi \cdot 1} \left(\ln \frac{2 \cdot 2}{0.04} + \frac{1}{2} \ln \frac{4 \cdot 1,5 + 1}{4 \cdot 1,5 - 1} \right) = 63, \text{ Ом}$$

Визначимо кількість вертикальних заземлювачів

$$n_{расч.} = \frac{R_{стр.}}{R_{расч.}} \quad (9.3)$$

$$n_{расч.} = \frac{63}{4} = 16 = 20, \text{ шт}$$

Визначаємо опір системи вертикальних заземлювачів

$$R_{СВ} = \frac{R_{стр.}}{\eta \cdot n} = \frac{63}{20 \cdot 0.6} = 5,25, \text{ Ом} \quad (9.4)$$

η - коефіцієнт використання вертикальних заземлювачів [1, т.20]

Довжина сполучної смуги при розміщенні по контурі

Опір смуги з урахуванням опору ґрунт

$$R_{пол.} = \frac{\rho_{расч.}}{\eta \cdot 2\pi \cdot l_{пол.}} \ln \frac{l_{пол.}^2}{d \cdot t_0} = \frac{160}{0.55 \cdot 2 \cdot 3.14 \cdot 88} \ln \frac{88 \cdot 2}{0.02 \cdot 0.05} = 5.14, \text{ Ом} \quad (10.11)$$

Загальний опір всієї системи

$$R_{общ.} = \frac{R_{общ.ст.} \cdot R_{пол.}}{R_{общ.ст.} + R_{пол.}} = \frac{5.14 \cdot 5.25}{5.14 + 5.25} = 2,6, \text{ Ом} \quad (9.5)$$

$$R_{общ.} < R_{дон}$$

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		68

Пожежна профілактика

Заходу щодо пожежної профілактики підрозділяють на:

Організаційні - передуматриваючі правильну експлуатацію машин, правильний зміст будинків, території, протипожежний інструктаж робітників та службовців і т.д.

Технічні - передуматриваючі дотримання протипожежних правил, норм при проектуванні будинків, при пристрої електропроводів і встаткування, опалення, вентиляції, висвітлення, правильне розміщення встаткування.

Режимні - передуматриваючі заборону паління в не встановлених місцях
Експлуатаційні - профілактичні огляди, що передбачають своєчасні, ремонти й випробування технологічного встаткування. [1]

Матеріали, застосовувані для конструкцій, що обгороджують, і обробки приміщень, повинні бути вогнестійкими. У будинку повинне бути передбачене не менш двох евакуаційних виходів. У приміщеннях необхідно обмежити застосування дерева. Проходи, коридори й робочі місця не слід захарашувати архівними матеріалами, папером і т.д. У системі вентиляції повинні бути передбачені клапани для перекриття воздуховодов при пожежі. Повітроводи, вентиляційні камери й регулюючі пристрої систем виконуються з неспалених матеріалів.

Пожежна автоматична сигналізація.

Найбільш ефективним засобом боротьби з пожежею на обчислювальному центрі є установка на них системи електричної пожежної сигналізації.

Пожежна електрична сигналізація служить для швидкого повідомлення служби пожежної охорони про виниклу пожежу в якому-небудь приміщенні або спорудженні підприємства. У системи автоматичного пожежогасіння включається також і пожежна сигналізація. При необхідності пожежна сигналізація може бути сполучена з охоронною сигналізацією

Система автоматичної пожежної сигналізації складається з извещателів-датчиків, установлюваних у приміщеннях, що захищають від пожежі, прийомної станції (розташованої в приміщенні пожежної команди), джерел електроживлення

									Арк.
									69
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

й електричної мережі, що зв'язують извещатели із прийомною станцією.

Системи автоматичного пожежогасіння.

Серед автоматичних систем пожежогасіння на промислових підприємствах найпоширеніші спринклерні й дренчерні установки. Вони являють собою розділену розподільну водогінну мережу з розпилювача водяних струменів або повітряно-механічної піни за допомогою спринклерних або дренчерних голівок.

Спринклерна розпилююча голівка має вихідний отвір, закритий скляним клапаном, утримуваним замком, виготовленим з легкоплавкого металевого сплаву.

При підвищенні температури повітря, нагрітого полум'ям пожежі, що почалося, внаслідок розплавлення сплаву замок розпадається й звільняє клапан, через який вода, падаючи на розетку, розпорошується й зрошує палаючу речовину. Сплав замка застосовують із температурою плавлення 72, 93, 141, 182 °С у залежності від умов можливого загоряння. Одночасно за допомогою контрольно-сигнального апарата подається звуковий сигнал, возвещающий про пожежу.

Дренчерні установки групової дії також складаються з розгалужі трубопроводів, обладнаних дренчерними розпилювачами голівками, але без замків, з відкритими отворами для виходу води. Вихід води закритий клапаном групової дії. Пуск води для гасіння пожежі може здійснюватися вручну або автоматично.

Виробнича санітарія.

Норми по виробничій санітарії й гігієні праці визначають пристрій виробничих і побутових приміщень, робочих місць відповідно до фізіології й гігієною праці, а також безпечні межі змісту в повітрі виробничих приміщень газів, пар і т.д.

Правила й норми по техніці безпеки й виробничої санітарії необхідно дотримувати як при проектуванні, так і при експлуатації промислових об'єктів, устаткування.

Розрахунок продуктивності вентиляції.

						Арк.
						70
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Вентиляція призначена для запобігання нагромадження в повітрі приміщення шкідливих речовин, а також для забезпечення заданих метеорологічних умов у виробничому приміщенні. Вона досягається видаленням із приміщення забрудненого повітря (витяжна вентиляція) і подачею в нього свіжого повітря (припливна вентиляція). У загальному випадку ці кількості повітря повинні бути рівні. Можливості вентиляції по відводу тепла із приміщення обмежені температурою зовнішнього повітря. По способі переміщення повітря розрізняють природну й штучну вентиляцію, а так само змішану.

Для проєктованого необхідний пристрій аварійної вентиляції, тому що можливо раптове надходження в повітря більших кількостей шкідливих речовин (при витокі холодоагенту).

Для розрахунку продуктивності вентиляції необхідно знати кількість шкідливих речовин, що попадають у повітря робочої зони. Кількість повітря, необхідного для вентиляції можна визначити, знаючи кількість шкідливих речовин, що виділяються, і їхньої концентрації в що видаляє й приточном повітрі. Для зразкових розрахунків використаємо метод кратності:

$$L = k \cdot V, \text{ м}^3/\text{ч} \quad (9.6)$$

де k – коефіцієнт кратності, $1/\text{година}$,

V – обсяг приміщення, м^3 ,

Коефіцієнти кратності вентиляції представлені в наступній таблиці:

Речовина	Витяжка	Приплив	Аварійна витяжка
Фреони	4	3	4

Обсяг цеху становить

$$V = A \cdot B \cdot H, \text{ м}^3 \quad (9.7)$$

де A – довжина цеху, $A = 12 \text{ м}$;

B – ширина цеху, $B = 24 \text{ м}$;

H – висота цеху, $H = 5 \text{ м}$.

$$L = 12 \cdot 24 \cdot 5 \cdot 3,5 = 5040 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

					Арк.
					71
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

Потужність електродвигуна вентилятора визначається по формулі:

$$N = \frac{k \cdot L \cdot H \cdot 10^{-6}}{3,6 \cdot \eta_{\text{вент.}} \cdot \eta_{\text{перед.}}}, \text{ квт.} \quad (9.8)$$

де H – аеродинамічний опір приймаємо 250 Па .

k - коефіцієнт запасу, приймаємо $1,5$

$$\eta_{\text{вент.}} = 0,6 \div 0,8, \text{ приймаємо } \eta_{\text{вент.}} = 0,7,$$

$$\eta_{\text{перед.}} = 0,9 \div 1, \text{ приймаємо } \eta_{\text{перед.}} = 0,95.$$

Тоді потужність електродвигуна вентилятора:

$$N = \frac{1,5 \cdot 1260 \cdot 5040 \cdot 10^{-6}}{3,6 \cdot 0,7 \cdot 0,95} \approx 0,8 \text{ квт}$$

$DO = 3$ кратність притяжної вентиляції

$L=3 \cdot 5 \cdot 12 \cdot 24= 4320 \text{ м}^3/\text{ч}$ необхідний воздухообмен

$$N = \frac{1,5 \cdot 960 \cdot 4320 \cdot 10^{-6}}{3,6 \cdot 0,7 \cdot 0,95} \approx 0,3 \text{ квт}$$

$DO = 4$ кратність аварійної вентиляції

Установлюємо вентилятори (2 шт. робочих; 1 резервний для аварійної вентиляції). Відповідно до виконаного розрахунку по каталозі вибираємо підходящий вентилятор. ЦИ – 70 №5 $N_y=0,55$ $n=915$ обмін.

Розрахунок виробничого освітлення.

Правильно спроектоване й виконане освітлення на будь-якім підприємстві забезпечує можливість правильної виробничої діяльності. Стан нервової системи, схоронність зору людини й безпека на виробництві значною мірою залежить від умов освітлення. Із цієї причини необхідно зробити розрахунок системи штучного висвітлення приміщення, у якому перебувають робітники, що стежать за роботою встаткування в машинному відділенні пересувної рефрижераторної установки.

Розрахунок системи штучного висвітлення проводимо при наступних вихідних даних:

Довжина цеху, $A = 12,0 \text{ м}$;

Ширина цеху, $B = 24,0 \text{ м}$;

									Арк.
									72
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

висота підвісу світильника $h=4,5$ м;

напруга в мережі $V = 220$ У.

До початку розрахунку необхідно зробити вибір джерел світла, тип світильників, систему освітлення. Вибираємо як джерело світла газорозрядні лампи. Система освітлення - загальна. Вибираємо світильники типу ПВЛП. Далі розподіляємо світильники й визначаємо їхню кількість.

Забезпечення рівномірного розподілу джерела досягається в тому випадку, якщо відношення відстані між центрами світильників (L) до висоти їхнього підвісу над робочою поверхнею ($h_{\text{раб}}$) становить певне число для типу світильників.

У цьому випадку приймаємо $\frac{L}{h_{\text{раб}}} = 1,2$

Приймаємо $h_{\text{раб}} = 4,5$ м, тоді $L = 5,25$ м

Визначаємо кількість необхідних світильників:

$$N = \frac{A \cdot B}{L^2} \quad (9.9)$$

$$N = \frac{12,0 \cdot 24,0}{5,25^2} = 9,6 \approx 10 \text{ світильника}$$

Визначаємо світловий потік ламп світильника:

$$\Phi = \frac{E_n \cdot S \cdot \kappa \cdot z \cdot 100}{N \cdot \eta}, \text{ лм} \quad (9.10)$$

де E_n – мінімальна нормована освітлення, приймаємо $E_n = 100$ лк[1],

S – площа приміщення, $S = 288,0$ м²,

κ – коефіцієнт запасу, що враховує старіння ламп, $\kappa = 1,3$, [1].

z - відношення середньої освітлення до мінімального,

$z = 1,1$ (для люмінесцентних ламп),

η - коефіцієнт використання світлового потоку, що залежить від величини i - індексу приміщення [1].

Визначимо індекс приміщення:

$$i = \frac{A \cdot B}{h_{\text{раб}} \cdot (A + B)}, \quad (9.11)$$

						Арк.
						73
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$i = \frac{12,0 \cdot 24,0}{4,5 \cdot (12,0 + 24,0)} = 1,8$$

$$\Phi = \frac{100 \cdot 12 \cdot 24 \cdot 1,3 \cdot 1,1}{9 \cdot 1,8} = 25422 \text{ лм}$$

Відповідно до виконаного розрахунку вибираємо 5 світильників із трьома лампами ($n=2$) ЛБ 80 ($r=80$ Вт) зі світловим потоком 5220 лм.

Потужність електросвітельної установки:

$$R = r \cdot N \cdot n = 80 \cdot 9 \cdot 2 = 1440 \text{ Вт.}$$

Долікарняна допомога потерпілому.

У випадку отруєння робочою речовиною холодильної установки потерпілого потрібно вивести на свіже повітря або в чисте тепле приміщення, зняти з нього забруднений холодильним агентом одяг, простежити, щоб подих його було вільним, і надати йому повний спокій.

У всіх випадках отруєння давати вдихати кисень (протягом 30 - 45 хв.) і зігрівати хворого грілками. При цьому потрібно дотримуватися обережності, щоб не викликати опіків, тому що при глибокому сні можливе зниження болючої чутливості. Добре дати міцний солодкий чай або кава. Якщо буде потреба дати вдихати з ватки нашатирний спирт.

При роздратуванні слизуватої оболонки рекомендується полоскати горло й промивати ніс 2 % - ним розчином соди або водою. Незалежно від стану пострадавшего він повинен бути відправлений до лікаря. При удушенні й кашлі хворого варто транспортувати лежачи

При влученні фреону в очі їх потрібно промити струменем чистої води й до приходу лікаря надягти темні захисні окуляри. Не можна забинтовувати ока й накладати пов'язку.

У випадку влучення фреону на шкіру щоб уникнути обмороження варто обробити уражена ділянка теплою водою (35 - 40 °С), а у випадку поразки великої частини тіла зробити загальну ванну. Витираючи тіло після ванни, потрібно

						Арк.
						74
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

прикладати добре вбирає воду рушник, а не розтирати її. Після цього на ушкоджену ділянку накладають пов'язку з маззю (Вишневського або пенициллиновой). Можна використати несолоне вершкове або соняшникове масло.

Перша долікарняна допомога при нещасних випадках від електричного струму полягає у виконанні наступних дій:

-звільнення потерпілого від дії струму (відключити електроустановку, перерубати проведення, скинути з його проведення за допомогою дерев'яного цівка й т.д.);

-надати першу медичну допомогу (спокій, свіже повітря, при необхідності зробити штучне дихання, зовнішній масаж серця, госпіталізація).

В Україні на даний момент погано виконуються права людини, а тим більше її безпекою паці при виробництві, тому необхідно приймати рішення для профілактики та покращенню умов праці в цій сфері. Розглянуті питання охорони праці дозволяють покращити самопочуття людей, умови праці, а також приводять до зниження виробництво травматизму, професійних захворювань.

Під стійкістю роботи об'єкта народного господарства розуміється здатність об'єкта випускати встановлені види продукції в обсягах і номенклатурах, передбачених відповідними планами (для об'єктів, що не виробляють матеріальні цінності - транспорт, зв'язок і ін. - виконувати свої функції), в умовах надзвичайних ситуацій, а також пристосованість цього об'єкта до відновлення у випадку ушкодження.

Заходу щодо забезпечення стійкості роботи об'єкта насамперед повинні бути спрямовані на захист робітників та службовців від наслідків Надзвичайних ситуацій; вони тісно пов'язані із заходами щодо підготовки й проведення рятувальних і невідкладних аварійно-відновлювальних робіт у осередках ураження, тому що без людських резервів і успішної ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій у осередках ураження проводити заходи щодо забезпечення ефектної роботи об'єктів народного господарства практично неможливо.

						Арк.
						75
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для дослідження підготовки об'єкта до захисту від наслідків надзвичайних ситуацій, оцінки фізичної стійкості й розробки заходів залучаються інженерно-технічний персонал і працівники штабу ЦО об'єкта; у необхідних випадках - співробітники або групи (відділи) науково-дослідних і проектних організацій, пов'язаних з роботою підприємства. Загальне керівництво дослідженнями здійснює начальник ЦО (директор) підприємства.

Його наказом визначаються робочі групи для дослідження й розробки заходів щодо підвищення стійкості роботи об'єкта в умовах надзвичайних ситуацій(НС). Одночасно розробляється й затверджується план проведення досліджень. Керівництво робочими групами покладається на головного інженера об'єкта, при якому створюється група керівництва дослідженням, робочі групи звичайно відповідають основним виробничо-технічним службам об'єкта.

На промислових об'єктах, як правило, створюються робочі групи по дослідженню стійкості:

- будинків і споруджень, старший групи - заступник директори по капітальному будівництву (начальник ОКС);

- комунально-енергетичних мереж, старший групи - головний енергетик;

- верстатного й технологічного встаткування, старший групи - головний механік;

- технологічного процесу, старший групи - головний технолог;

- керування виробництвом, старший групи - начальник виробничого відділу; .

- матеріально-технічного постачання й транспорту, старший групи заступник директора по МТС (начальник відділу МТС).

Крім того, створюється група штабу ЦО об'єкта, у яку входять керівники основних служб об'єкта.

Ці групи проводять всю розрахункову роботу з дослідження стійкості роботи об'єкта. Залежно від особливостей об'єкта, його розмірів і складності

						Арк.
						76
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

виробництва число груп, їхній склад і завдання можуть мінятися. Кінцева мета таких досліджень - оцінка стійкості роботи об'єкта в умовах НС і вишукування найбільш ефективних і економічно виправданих шляхів і способів її підвищення.

На першому етапі дослідження проводиться аналіз уразливості промислового об'єкта й оцінка стійкості його роботи в умовах НС. На другому етапі - розробляються заходи щодо підвищення стійкості й завчасній підготовці об'єкта до відновлення.

У результаті вивчення всіх питань у робочих групах і проведення головним інженером разом з керівниками груп попереднього обговорення підсумків досліджень групою керівництва складається звітна доповідь і план-графік нарощування заходів щодо підвищення стійкості роботи об'єкта в умовах НС. У кожному розділі плану вказуються заходи, виконувані об'єктом, проектними й іншими організаціями. У плані або додатках до нього вказуються обсяг і вартість запланованих робіт, джерела фінансування, основні матеріали і їхня кількість, машини й механізми, робоча сила, відповідальні виконавці, строки виконання й т.д.

Цей план-графік кожного об'єкта затверджується директором підприємства, надається на затвердження у вищестоящий виробничий орган (наприклад, в об'єднання, головком), у який входить об'єкт.

Таким чином, дослідження стійкості - це неодноразова дія, а тривалий, динамічний процес, що вимагає постійної уваги з боку керівництва, інженерно-технічного персоналу й штабу ЦО об'єкта.

Дослідження стійкості починається з вивчення факторів, що впливають на стійкість роботи об'єкта у воєнний час.

Сучасний типовий комплекс промислового підприємства включає будинки й спорудження, у яких розміщуються виробничі цехи, верстатне й технологічне встаткування; спорудження енергетичного господарства, системи енергопостачання; інженерні й паливні комунікації; окремо варті технологічні установки; мережа внутрішнього транспорту, системи зв'язку й управління;

						Арк.
						77
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

складське господарство; різні будинки й спорудження адміністративного, побутового й господарського призначення. Підвищення стійкості роботи об'єкта буде, власне кажучи, досягатися шляхом посилення найбільш слабких (уразливих) елементів і ділянок об'єкта. Для цього на кожному об'єкті завчасно на основі дослідження планується й проводиться великий обсяг робіт, що включає виконання організаційних і інженерно-технічних заходів. Особливо важливе значення має проведення інженерно-технічних заходів.

Досягнення сучасної науки й техніки, дозволяють здійснювати такі рішення, при яких підприємство буде стійко до впливу на нього навіть досить значних надлишкових тисків. Однак це пов'язане з великими витратами засобів і матеріалів, які можуть бути виправдані тільки гострою необхідністю захисту унікальних, особливо важливих елементів об'єкта.

До розробки заходів щодо підвищення стійкості треба підходити досить обдуманно, всебічно оцінюючи їх технічну, господарську і економічну доцільність. Заходи будуть економічно обґрунтовані в тому випадку, якщо вони максимально пов'язані із завданнями, розв'язуваними у звичайних умовах з метою забезпечення безаварійної роботи об'єкта, поліпшення умов праці, удосконалювання виробничого процесу.

Прикладами таких рішень можуть служити: використання сховищ для народногосподарських цілей і обслуговування населення; будівництво підземних ємностей для горючих, отруйних і агресивних рідин і газів та ін. Особливо велике значення має розробка інженерно-технічних заходів при новому будівництві, тому що в процесі проектування в багатьох випадках можна домогтися логічного сполучення загальних інженерних рішень із захисними заходами ЦО, що знизить витрати на їхню реалізацію. На існуючих об'єктах заходи щодо підвищення стійкості їхньої роботи доцільно проводити в процесі реконструкції або виконання інших ремонтно-будівельних робіт.

Основні заходи в рішенні завдань підвищення стійкості роботи промислових об'єктів:

. захист робітників та службовців від зброї масового ураження;

						Арк.
						78
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- . підвищення міцності й стійкості найважливіших елементів об'єктів і вдосконалювання технологічного процесу;
- . підвищення стійкості матеріально-технічного постачання;
- . підвищення стійкості управління об'єктом;
- . розробка заходів щодо зменшення ймовірності виникнення вторинних факторів ураження й збитку від них;
- . підготовка до відновлення виробництва після ураження об'єкта.

Розробка й здійснення заходів щодо підвищення стійкості роботи об'єкта в більшості випадків проводиться у звичайних умовах. Та частина робіт, виконання яких проводиться в умовах НС, планується завчасно, а виконується

при погрозі виникнення НС.

При рішенні завдань підвищення стійкості роботи об'єкта особлива увага звертається на забезпечення укриття всіх працюючих людей у захисних спорудженнях. З метою виконання цього завдання розробляється план оснащення й будівництва необхідної кількості захисних споруджень, яким передбачається укриття робітників та службовців у швидкостроючих сховищах у випадку недоліку сховищів, що відповідають сучасним вимогам.

Посилення міцності будинків, споруджень, устаткування і їхніх конструкцій пов'язане з великими витратами, тому підвищення характеристик доцільно в тому випадку, якщо:

окремі особливо важливі виробничі будинки й спорудження значно слабкіше інших і їхню міцність доцільно довести до загальноприйнятого для даного підприємства межі стійкості;

необхідно зберегти деякі важливі ділянки (цеха), які можуть самостійно функціонувати при виході з ладу інших.

Підвищення стійкості систем енергопостачання відіграє значну роль у життєдіяльності промислових районів і об'єктів народного господарства. Підвищення стійкості системи енергопостачання досягається проведенням як загальноміських, так і об'єктових інженерно-технічних заходів.

						Арк.
						79
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Інженерні й енергетичні комунікації переносяться в підземні колектори, найбільш відповідальні пристрої (центральні диспетчерські розподільні пункти) розміщуються в підвальних приміщеннях будинків або в спеціально побудованих міцних спорудженнях. На тих підприємствах, де укладання комунікацій, що підводять, у траншеях або тунелях не представляється можливим, виробляється кріплення трубопроводів до естакад, щоб уникнути їхнього зрушення або скидання. Потім зміцнюють самі естакади шляхом установки, що врівноважують їх у місцях поворотів і розгалужень. Дерев'яні опори замінюють на металеві й залізобетонні.

Для забезпечення проведення рятувальних і невідкладних аварійно-відновлювальних робіт, а також виробництва на початку після виникнення НС (у випадку виводу з ладу основних джерел енергоживлення) створюється резерв автономних джерел електро- і водопостачання. Звичайно це бувають пересувні електростанції й насосні агрегати з автономними двигунами, наприклад із двигунами внутрішнього згорання.

Стійкість систем електропостачання об'єкта підвищується шляхом підключення його до декількох джерел живлення, роздільним один від іншого на відстань, що виключає можливість їхньої одночасної поразки одним ядерним вибухом.

На об'єктах, що мають теплові електростанції, обладнують пристосування для роботи ТЕЦ на різних видах палива, вживають заходів по створенню запасів твердого й рідкого палива, його укриттю й посиленню конструкцій сховищ горючих матеріалів.

У мережах електропостачання проводяться заходи щодо перекладу повітряних ліній електропередач на підземні, а ліній, прокладених по стінах і перекриттях будинків і споруджень - на лінії, прокладені під підлогою перших поверхів (у спеціальних каналах).

						Арк.
						80
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

При монтажі нових і реконструкції електричних мереж установлюють автоматичні вимикачі, які при коротких замиканнях і при утворенні перенапруг відключають ушкоджені ділянки. Перенапруги в лініях електропередач можуть виникати в результаті руйнувань або ушкоджень окремих елементів системи енергопостачання об'єкта, а також при впливі електромагнітних полів ядерного вибуху.

Велике значення для підвищення стійкості роботи об'єкта має надійне постачання його водою. Припинення подачі води може привести до призупинення виробничого процесу й припиненню випуску продукції навіть тоді, коли об'єкт народного господарства не буде зруйнований швидких займань.

Водопостачання об'єкта буде більше стійким і надійним у тому випадку, якщо об'єкт забезпечується від декількох систем або від двох-трьох незалежних вододжерел, відокремлених один від одного на безпечну відстань. Гарантоване постачання водою може бути забезпечено тільки від захищеного джерела з автономним і теж захищеним джерелом енергії. До таких джерел відносять артезіанські й безнапірні шпари, які приєднуються до загальної системи водопостачання об'єкта.

При плануванні заходів необхідно враховувати, що дебіт цих джерел не повністю забезпечує потреби виробництва й ведення рятувальних і невідкладних аварійно-відновлювальних робіт.

Для більшої надійності й маневреності на випадок аварії або ремонту на об'єктах створюються обвідні лінії й улаштовуються перемички, якими подають воду в обхід ушкоджених ділянок, зруйнованих будинків і споруджень. Пожежні гідранти й пристрої, що відключають, розміщуються на території, що не буде завалена у випадку руйнування будинків і споруджень. Впроваджуються автоматичні й напівавтоматичні пристрої, які відключають ушкоджені ділянки без порушення роботи іншої частини мережі.

На об'єктах, що споживають велику кількість води, застосовується оборотне водопостачання з повторним використанням води для технічних цілей. Така

						Арк.
						81
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

технологія зменшує загальну потребу води й, отже, підвищує стійкість водопостачання об'єкта.

У містах і на об'єктах народного господарства вода, призначена для вживання, очищається й знезаражується в очисних пристроях, що перебувають на водопровідних станціях. В очисних спорудженнях передбачаються додаткові заходи щодо очищення води, що надходить із заражених водою, від радіоактивних і отруйних речовин і бактеріальних забруднень.

У населених пунктах сільської місцевості широко поширені підземні джерела води (шахтні колодязі, джерела й ін.). У них можуть проникнути радіоактивні й отруйні речовини й різні види бактерій. Тому проводяться інженерні заходи щодо захисту водозаборів на підземних джерелах води.

Для забезпечення стійкого й надійного постачання підприємства газом передбачається його подача в газову мережу об'єкта від газорегулюючих пунктів (газорозподільчих станцій). При проектуванні, будівництві й реконструкції газових мереж створюються закільцьовані системи на кожному об'єкті народного господарства. На випадок виходу з ладу газорегулюючих пунктів і газорозподільчих станцій устанавлюються (байпаси).

Всі вузли й лінії газопостачання розташовуються, як правило, під землею, тому що заглиблення комунікацій, значно зменшує можливість поразки від ударної хвилі ядерного вибуху й інших наслідків НС. Крім того, укриття систем газопостачання під землею значно знижує можливість виникнення вторинних факторів поразки.

Для зменшення пожежної небезпеки проводяться заходи, що знижують можливість витоку газу. На газопроводах устанавлюються автоматичні запірні пристрої, що перемикаються від, дистанційного керування, що дозволяє відключати мережі або перемикати потік газу при розриві труб безпосередньо з диспетчерського пункту.

Підготовка до відновлення виробництва після поразки об'єкта, це – важливий показник стійкості його роботи, готовність об'єкта в короткий термін

						Арк.
						82
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

відновити випуск продукції. Чим вище ця готовність, тим скоріше може бути відновлене виробництво продукції після поразки об'єкта, тим стійкіше й надійніше оцінюється його робота в умовах НС.

У результаті виникнення НС об'єкт може одержати повний, сильний, середній або слабкий ступінь руйнування. При одержанні об'єктом повних або сильних руйнувань навряд чи буде доцільно знову налагоджувати виробництво в умовах НС. При одержанні ж об'єктом слабких або середніх руйнувань відновлення виробництва цілком реально. До відновлення виробництва після таких руйнувань об'єкт і його персонал готують завчасно.

Як правило, плани й проекти відновлення виробництва розробляються у двох варіантах - на випадок одержання об'єктом слабких і середніх руйнувань.

Для цих умов визначаються характер і обсяг першочергових відновлювальних робіт. У розрахунках по відновленню будинків і споруджень указуються характер руйнування (ушкодження), перелік і загальний обсяг відновлювальних робіт (вартість, трудомісткість, строки відновлення); потреби робочої сили, приваблювані будівельні підрозділи об'єкта й обслуговуючий об'єкт організації; потреби в матеріалах, машинах і механізмах і ін.

У розрахунках на ремонт устаткування вказуються: вид устаткування і його кількість, перелік ремонтно-відновлюваних робіт і їхня вартість, необхідна робоча сила, матеріали й запчастини, строки відновлення.

При визначенні часу на проведення відновлювальних робіт ураховується можливість радіоактивного зараження території об'єкта, а при застосуванні хімічної зброї застій отруйних речовин. Все це може відсунути строки початку робіт і знизити їхні темпи.

Відновлення об'єкта можливо при збереженні розроблених проектів, будівельної й технічної документації: планів, схем, інструкцій, технічних умов, керівництв з експлуатації й ремонту будинків і споруджень, технологічних і енергетичних ліній, агрегатів, устаткування, приладів і ін.

						Арк.
						83
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Висновок: завчасне планування будови об'єкта із забезпеченням вимог щодо підвищення стійкості роботи значно знизить витрати. Заходи щодо підвищення стійкості роботи промислових підприємств, які визначені у розділі, дозволяють продовжити безперервне виробництво продукції в умовах надзвичайних ситуацій.

						Арк.
						84
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

10. СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Конспект лекцій з дисципліни «Аналіз та проектування енергетичних систем» для студентів СВО «Бакалавр» спеціальності 142 «Енергетичне машинобудування» галузі знань 14 «Електрична інженерія» денної та заочної форм навчання / Хмельнюк М.Г., Трандафілов В.В., Яковлева О.Ю. – Одеса: ОНТУ, 2022 р. – 164 с.

2. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з дисципліни «Аналіз та проектування енергетичних систем» для студентів СВО «Бакалавр» спеціальності 142 «Енергетичне машинобудування» галузі знань 14 «Електрична інженерія» денної та заочної форм навчання / Хмельнюк М.Г., Трандафілов В.В., Яковлева О.Ю. – Одеса ОНТУ, 2022. – 46 с.

3. Методичні вказівки до виконання практичних робіт з дисципліни «Аналіз та проектування енергетичних систем» для студентів СВО «Бакалавр» спеціальності 142 «Енергетичне машинобудування» галузі знань 14 «Електрична інженерія» денної та заочної форм навчання / Хмельнюк М.Г., Трандафілов В.В., Яковлева О.Ю. – Одеса ОНТУ, 2022. – 122 с.

4. Методичні вказівки до самостійної роботи з дисципліни «Аналіз та проектування енергетичних систем» для студентів СВО «Бакалавр» спеціальності 142 «Енергетичне машинобудування» галузі знань 14 «Електрична інженерія» денної та заочної форм навчання / Хмельнюк М.Г., Трандафілов В.В., Яковлева О.Ю. – Одеса ОНТУ, 2022. – 70 с.

5. Плодоовочесховища: проектування, оптимізація, розрахунки [Текст] : підручник / М. Г. Хмельнюк, В. П. Кочетов, А. В. Форсюк, Н. В. Жихарева ; під заг. ред. М. Г. Хмельнюка ; Одес. нац. акад. харч. технологій, Нац. ун-т харч. технологій. — Одеса : Бондаренко М. О., 2018. — 228 с. : табл., рис. — Бібліогр.: с. 222-223.

6. Низькопотенційна енергетика [Текст] : навч. посіб. / А. О. Редько, М. К. Безродний, М. В. Загорученко та ін. ; Нац. техн. ун-т України "Київський політехнічний університет", Одес. нац. акад. харч. технологій, Харків. нац. ун-т будівництва та архітектури, Вінниц. нац. техн. ун-т. — Харків : Друкарня Мадрид, 2016. — 412 с. : табл., рис. — Бібліогр.: с. 404-405.

7. Холодильні установки та сфери їх використання [Текст] : підручник / М. Г. Хмельнюк, О. С. Подмазко, І. О. Подмазко ; під заг. ред. М.Г. Хмельнюка; Одеська нац. академія харчових технологій. — Херсон : Грінь Д.С., 2014. — 484 с. : іл.8. Холодильні установки [Текст]: навч. посіб. / О. С. Подмазко, С. Ю. Лар'яновський. — Одеса: ОДАХ, 2012. — 60 с.

8. Холодильні установки [Текст]: навч. посіб. / О. С. Подмазко, С. Ю. Лар'яновський. — Одеса: ОДАХ, 2012. — 60 с.

						Арк.
						85
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		